المملكة العربية السعودية
معهد الإدارة العامة
مركز البحوث والدراسات

الحوسبة السحابية

أساسيات ومبادئ وتطبيقات

تأليف
د. خالد بن ناصر آل حيان

بسم الله الرحمن الرحيم



مركز البحوث والدراسات

الحوسبة السحابية

أساسيات ومبادئ وتطبيقات

تأليف

د. خالد بن ناصر آل حيان

١٤٤٠هـ - ٢٠١٩م

بطاقة الفهرسة

ح معهد الإدارة العامة، ١٤٤٠هـ
فهرسة مكتبة الملك فهد الوطنية أثناء النشر
آل حيان، خالد بن ناصر
الحوسبة السحابية أساسيات ومبادئ وتطبيقات.
خالد بن ناصر آل حيان – الرياض، ١٤٤٠هـ

٦٧٦ ص؛ ١٧x٢٤ سم.

ردمك: ٩٧٨-٦٠٣-٨٢٧٦-٠١-٣

١- الحواسيب أ. العنوان

ديوي: ٠٠٤ ١٤٤٠/٧٥٣٨

رقم الإيداع: ١٤٤٠/٧٥٣٨
ردمـــــك: ٩٧٨-٦٠٣-٨٢٧٦-٠١-٣

الإهـــــــداء

إلى والدي ووالدتي، وزوجتي وابني وبناتي



المحتويات

الموضوع	الصفحة

الموضوع	الصفحة

الموضوع	الصفحة

الموضوع	الصفحة

الموضوع	الصفحة

الموضوع	الصفحة



قائمة الأشكال

الشكل	الصفحة

الشكل	الصفحة

الشكل	الصفحة

الشكل	الصفحة

قائمة الجداول

الجدول	الصفحة

الجدول	الصفحة



تمهيد:

تشير الحوسبة السحابية، في أبسط تصوير لها، إلى مشاركة وتخزين البيانات والبرامج والوصول إليها عبر شبكة الإنترنت من أي مكان، باستخدام أي جهاز إلكتروني مُهيَّأ لذلك، وفي أي وقت، وبحجم تخزين وسرعة وصول غير محدودين. وتمثل بيئة الحوسبة السحابية بديلاً حديثاً للبيئة التقنية التقليدية المحدودة في الحجم والسرعة والوصول. أمَّا تعريف الحوسبة السحابية الرسمي، كما جاء من المعهد الوطني للمعايير والتقنية (NIST)، فهي "عبارة عن نموذج يهدف إلى تمكين الوصول إلى الشبكة الحاسوبية، بناءً على طلب المستفيد، وبشكل مريح ومن أي مكان، حيث يوجد تجمُّع مشترك من الموارد الحاسوبية المجهزة (على سبيل المثال لا الحصر: الشبكات، والخوادم، ووسائط التخزين، والتطبيقات، والخدمات الإلكترونية)، التي يمكن توفيرها ونشرها بأقل جهد إداري ممكن، وبدون تدخُّل من مُزوِّد الخدمة" (Mell and Grance, 2011).

أهمية الكتاب وأهدافه:

يأتي ظهور تقنية الحوسبة السحابية في هذا العصر كنتيجة طبيعية للتطوُّر الهائل في قطاع التقنية عموماً، ابتداءً من مرحلة الحاسبات المركزية (mainframe)، ومروراً بمرحلة الخادم - العميل الموزعة، ثم إلى مرحلة الإنترنت حيث أصبحت المنظمات قادرةً على الاتصال مع العالم الخارجي من خلال شبكة من الحاسبات امتدت عبر الكون. هذا الانفتاح الإلكتروني جلب معه العديدَ من الفرص والتحديات على مستوى المنظمات الحكومية والخاصة، وعلى مستوى الأفراد.

أمّا الفرص فقد أصبح بمقدور القطاعات الحكومية والخاصة أن تتبادل بياناتها بسهولة ويسر، وأن تتيح خدماتها الإلكترونية عبر قنوات متعددة مُهيَّأة لهذا الغرض (على سبيل المثال، عبر البوابة الإلكترونية أو عبر الأجهزة المتنقلة)، حتى إنها تستطيع أن تتكامل عبر أنظمتها التطبيقية والتشغيلية، إن شاءت، وذلك في مرحلة متقدمة. كما أصبح باستطاعة الفرد الوصول إلى الخدمات المتاحة له ٢٤ ساعة في اليوم، و٣٦٥ يوماً في السنة. إلا أن هذه الفرص جاءت مصحوبةً بالعديد من التحديات والمخاطر، حيث ازداد مستوى تعقيدات الأنظمة الإلكترونية بشكل كبير، وفي الوقت نفسه انخفض مستوى التحكم والحوكمة بشكل لافت (Goth, 2011; Sultan et al., 2012; Kavis, 2014). فعلى سبيل المثال، أصبحت

التطبيقات والبيانات أكثر عرضةً للهجمات الإلكترونية لإمكانية وجود ثغرات أمنية، قد يكون غاب استيعابها في وقت مبكر أثناء مرحلة تطوير التطبيقات البرمجية. كما أنَّ التكاليف المادية الباهظة تُشكِّل تحديًّا كبيراً لدى أصحاب المصلحة (أفراد أو منظمات)، ومستخدمي التقنية التقليدية لإنجاز أعمالهم، وتتمثل هذه التكاليف في مصاريف إنشاء وتجهيز مراكز البيانات، وشراء رخص البرمجيات، وصيانة البنية التحتية التقنية، ورواتب متخصصي الحاسب الآلي لإدارة العمليات التشغيلية في مراكز البيانات.

وجاء ظهور الحوسبة السحابية "البارز" في عام ٢٠٠٩م محفزاً لأصحاب المصلحة للتركيز على إنجاز أعمالهم الرئيسية دون الحاجة للتركيز على الجوانب التقنية التي أصبحت متاحة من خلال مزودي الحوسبة السحابية الذين يقدمون خدمات جاهزة للاستخدام؛ كخدمة البنية التحتية التقنية (الشبكات والخوادم)، وخدمة المنصة (كأنظمة التشغيل وأنظمة قواعد البيانات)، وخدمة البرمجيات (كتطبيقات الموارد البشرية والمالية الإلكترونية، والبريد الإلكتروني). هذا التحوُّل الرئيسي في تقديم الخدمات يساعد في تخفيض التكاليف المادية على أصحاب المصلحة، حيث اقتصرت تلك التكاليف على الاستخدام الفعلي فقط بناءً على حجم الطلب (مثال: عدد الوحدات التخزينية المطلوبة من المستفيد، أو الفترة الزمنية المطلوبة لاستخدام برمجية معينة)، المبدأ الذي يُعرف بنموذج الدفع حسب الاستخدام (pay-as-per-use)، ويمكن تشبيه طرق احتساب التكلفة المادية لاستخدام خدمات الحوسبة السحابية بنظيرتها تلك في استخدام الخدمات العامة، كالماء والكهرباء. إضافة إلى ذلك، فقد ساعد الانتقال إلى الحوسبة السحابية في تقليل الجهود الإدارية المبذولة من جهة المستفيد، حيث اقتصرت تلك الجهود على الصيانة والتحكم في الأجهزة الحاسوبية في موقع المستفيد والمستخدَمة للوصول إلى موارد الحوسبة السحابية التي يُوفِّرها المزود دون الحاجة إلى صيانة تلك الموارد أو مراقبتها من جهة المستفيد.

وتزداد الأهمية التقنية والاقتصادية للحوسبة السحابية بشكل متسارع على المستويين الدولي والمحلي. فعلى المستوى الدولي، تشير شركة قارتنر الاستشارية (Gartner Inc.)، في تقريرها الصادر في فبراير ٢٠١٧م، إلى أنَّ ما يزيد عن ٥٠% من المنظمات على مستوى العالم سترتبط بالحوسبة السحابية، كما أنَّ حجم السوق العالمي لهذه التقنية في عام ٢٠١٦م قد تجاوز الـ ٢١٩ مليار دولار أمريكي، وتتوقع قارتنر نمو هذا الرقم بنحو ٨٧% في عام ٢٠٢٠م، ليتجاوز الـ ٤١١ مليار دولار أمريكي، (www.gartner.com). أما على المستوى المحلي فقد ضمَّنت وزارة الاتصالات وتقنية المعلومات ممثلةً في برنامج التعاملات الإلكترونية الحكومية

(يسّر) الحوسبة السحابية كإحدى مبادراتها المستقبلية في الخطة التنفيذية الثانية للتعاملات الإلكترونية الحكومية (١٤٣٣-١٤٣٧هـ)، وشرعت في إنشاء ما يُسمَّى بالسحابة الإلكترونية الحكومية رغبةً في تشجيع الجهات الحكومية على الاستفادة من الإمكانيات والخدمات التي تُقدِّمها السحابة الحكومية، ولتحسين عوامل الكفاءة والإنتاجية والمرونة. كما شرع معهد الإدارة العامة في تطبيق نموذج البرمجيات كخدمة (SaaS)، من خلال إتاحة بعض الخدمات السحابية للدارسين في برامجه الإعدادية. وطبقت جامعة الإمام محمد بن سعود الإسلامية نموذج السحابة الهجينة (hybrid cloud)، الذي يتيح ربط مركز بياناتها (السحابة الخاصة) بالخدمات السحابية الخارجية (سحابة عامة) لتعزيز القدرات التقنية الداخلية، تلبيةً لاحتياجاتها ولانتشار فروعها داخل المملكة وخارجها. إضافةً إلى ذلك، أطلقت جامعة الملك عبد العزيز، في عام ١٤٣٧هـ مشروع "السحابة الحاسوبية" الذي يختصُّ بتقديم عدة خدمات موجهة للمستفيدين، وذلك استكمالاً للبنية التحتية الخاصة بأنظمة الجامعة عبر عدة مراحل، وتعتبر الجامعة من أوائل الجامعات في تطبيق هذه التقنية على مستوى دول الخليج والشرق الأوسط .

تكمن أهمية هذا الكتاب في تقديم الأساسيات والمعارف والتطبيقات الخاصة بتقنية الحوسبة السحابية إلى شريحة كبيرة من المستفيدين، لا تقتصر فقط على مختصي تقنية المعلومات، بل تشمل، وبشكل رئيسي، متخذي القرار في المنظمات؛ لمساعدتهم في التعرف على مفهوم هذه التقنية الحديثة، ومساندتهم عند اتخاذ قرار تبنّي هذه التقنية من عدمه، من خلال التعرُّف على أساسياتها ومبادئها، وعلى الجوانب الأمنية المتعلقة بالأصول التقنية للمنظمة؛ كالتجهيزات المادية، والبيانات والبرمجيات، قبل التحوُّل إلى السحابة وفي أثنائه وبعده.

كما أنَّ هذا الكتاب يُعتبر من ضمن طليعة الكتب المحكّمة باللغة العربية، حيث إنَّ المكتبة العربية تفتقر إلى وجود مرجع مؤلَّف متخصص ومحكَّم في مجال الحوسبة السحابية. إضافةً إلى ذلك، فإنَّ في الكتاب فصولًا تستعرض عمقاً تخصصيًّا يتطرق إلى عِمَارَة وتصميم الحوسبة السحابية، ونماذج إطلاق ونشر السحابة، ونماذج خدمات السحابة، والتعرُّف على التقنية الافتراضية، وزيادة الوعي بالاطلاع على الممارسات الخاطئة التي قد تعيق نجاح تطبيق هذه التقنية قبل الانتقال إلى البيئة السحابية وفي أثنائه وبعده. ويُفرد الكتاب فصلاً خاصًّا بقياس الخدمات السحابية من خلال الاطلاع على نماذج لقياس التكاليف والتسعير، ونماذج أخرى لقياس جودة الخدمة واتفاقيات مستوى الخدمة (SLA). ومن الجوانب المهمة

التي يتطرق لها هذا الكتاب، استعراضه في فصلٍ مستقلٍ لأبرز التحديات والفرص المتعلقة بالحوسبة السحابية على المستويين البحثي والعملي؛ الأمر الذي قد يساعد في توسيع الشريحة المستفيدة من موضوع الكتاب. ومما يميز الكتاب أيضاً استعراضُه لمجموعة من التجارب المحلية والدولية الناجحة، والتي تُسلِّط الضوءَ على بعض الممارسات المتعلقة باستخدام هذه التقنية، وقد كان لمؤلف الكتاب تواصلٌ مع جهات حكومية وخاصة، تعاونت فعليًّا في مشاركة تجاربها في مجال الحوسبة السحابية، حيث شملت هذه الجهات: وزارة الاتصالات وتقنية المعلومات، ومعهد الإدارة العامة، وجامعة الملك عبد العزيز، وجامعة الإمام محمد بن سعود الإسلامية، وشركة الاتصالات السعودية (STC)، وشركة موبايلي (Mobily). كما يتم استعراض بعض التجارب الدولية في هذا الشأن من خلال الاطلاع على مصادر متعددة عبر البحث المكتبي، واستخدام شبكة الإنترنت.

ويمكن تلخيص أهداف هذا الكتاب في النقاط التالية:

- سد الفجوة المعرفية، من خلال التعرف على أساسيات ومبادئ تقنية الحوسبة السحابية.
- زيادة الوعي بالمصطلحات الدارجة ذات العلاقة بهذه التقنية الحديثة.
- التعرُّف على مدى أهمية الحوسبة السحابية من النواحي العملية والاقتصادية والبحثية.
- تهيئة مختصي تقنية المعلومات عموماً، وذوي الخبرة بتقنية الحوسبة التقليدية خصوصاً، للانتقال للحوسبة السحابية من خلال التطرُّق إلى الموضوعات التالية:
    - عِمَارَة وتصميم الحوسبة السحابية.
    - نماذج نشر وإطلاق السحابة.
    - نماذج خدمات الحوسبة السحابية.
    - إدارة الحوسبة السحابية.
    - التعرُّف على التقنية الافتراضية.
    - الجوانب الأمنية في الحوسبة السحابية.

- إزالة الغموض الذي قد يكتنف المعرفة بتقنية الحوسبة السحابية لدى متخذي القرار في المنظمات، من خلال الاطلاع على نماذج من الحالات التطبيقية من داخل المملكة العربية السعودية وخارجها.
- دعم ومساندة مختصي الجودة ومختصي تقنية المعلومات في التعرُّف على نماذج متعددة لقياس جودة خدمات الحوسبة السحابية.
- اطلاع الباحثين في مجال تقنية المعلومات على أبرز الفرص البحثية المتاحة في مجال الحوسبة السحابية.
- تعريف الفئات المستفيدة من هذا الكتاب بأبرز مزودي خدمات الحوسبة السحابية (ملحق ١).
- تعريف الفئات المستفيدة من هذا الكتاب بأبرز واضعي معايير الحوسبة السحابية (ملحق ٢).

الإضافات العلمية والمعرفية والأفكار الجديدة التي يقدِّمها الكتاب:

إضافةً إلى شمولية التغطية المعرفية لهذا الكتاب من خلال إبراز مبادئ وأساسيات تقنية الحوسبة السحابية كمنهج بَدَهي لأي كتاب تخصصي مرجعي، فإنَّ الكتاب يُعتبَر من ضمن طليعة الكتب المؤلَفة والمحكّمة والمنشورة باللغة العربية في موضوع الحوسبة السحابية. كما يتميز الكتاب باستعراضه لمجموعة من التجارب الدولية والمحلية الناجحة، والتي تُسلِّط الضوء على أفضل الممارسات المتعلقة باستخدام تقنية الحوسبة السحابية. إضافةً إلى ذلك، فقد تسنَّى لمُؤلِّف الكتاب إجراء بحوث علمية موضوعاتها الرئيسية في الحوسبة السحابية، كما توافر له خبرة عملية معقولة ذات صلة باستخدامات هذه التقنية، الأمر الذي قد يساعد في توظيف ومشاركة أبرز الفرص والتحديات البحثية والعملية، من خلال فصل مستقل يستعرض هذا الجانب. ولا شك أن احتواء الكتاب على موضوع خاص بقياس خدمات الحوسبة السحابية يُعزِّز فرص تكريس قياس الأداء التقني كأحد الجوانب المهمة لقياس الأداء العام لأي منظمة، سواءً أكانت من القطاع الحكومي أم الخاص.

الفئات المستفيدة من الكتاب:

يختلف مستوى الاستفادة من الكتاب من فئة إلى أخرى. وقد تمَّ تقسيم فصول الكتاب بطريقة، بحيث تُفيد فيها بعض الفصول فئات معينة بشكل أكبر من الفئات الأخرى، فعلى سبيل المثال لا الحصر، فإنَّ الفصول أرقام ١، ٢، ٨، و١٢، تمثِّل ما قد يبحث عنه متخذ القرار للتعرُّف من كثب على تقنية الحوسبة السحابية، في حين يسعى الممارس والباحث للتركيز على الفصلين رقمي ٩، و١١ للاطلاع على الفرص العملية والبحثية المتاحة ذات العلاقة بهذه التقنية، وهكذا. وتشمل الفئات المستهدفة لهذا الكتاب ما يلي:

- إدارات تقنية المعلومات في الجهات الحكومية والخاصة.
- متخذي القرار في الجهات الحكومية والخاصة.
- مختصي تقنية المعلومات، ويشمل ذلك:
  - مُطوّري التطبيقات.
  - أخصائيي الشبكات الحاسوبية.
  - أخصائيي قواعد البيانات.
  - محللي النظم والتطبيقات.
  - مختصي خدمات المستفيدين.
- الباحثين المتخصصين من أساتذة الجامعات والمعاهد ومراكز البحوث.
- المختصين بمهام القياس والجودة في الجهات الحكومية والخاصة.
- الممارسين من مُقدِّمي الخدمات الإلكترونية التقليدية والحديثة.
- طلاب المراحل الجامعية المتخصصين في تقنية المعلومات، وعلم المعلومات، وإدارة الأعمال.
- الأفراد عموماً المهتمين بالاطلاع على تطوُّرات التقنية وأساليب تقديم الخدمات الإلكترونية الحديثة فيها.

منهجية الكتابة:

بشكل عام، يسلك هذا الكتاب ثلاث منهجيات علمية، والتي تتمثل في المنهج الوصفي، والاستكشافي، والتطبيقي. فيظهر المنهج الوصفي في الفصول من رقم ١ إلى ٨ و١٠، حيث يتم وصف وتحليل المبادئ والأساسيات الخاصة بتقنية الحوسبة السحابية. بينما يتم توظيف المنهج الاستكشافي، خصوصاً في الفصل رقم ١١، حيث يتم الاعتماد على المراجع الحديثة والمتاحة باللغتين الإنجليزية والعربية (مع ندرتها) لإبراز أهم الفرص والتحديات البحثية والعملية. وأخيراً فإن المنهج التطبيقي يتجلّى في الفصلين رقمي ٩ و١٢ من خلال استعراض أبرز الممارسات الخاطئة عند الانتقال للبيئة السحابية (فصل ٩)، والتجارب المحلية والدولية (فصل ١٢).

لمحة عن محتويات الكتاب:

يقع هذا الكتاب في اثني عشر فصلاً وملحقين اثنين. أولاً، يقدم الفصل الأول الموضوع الرئيسي الذي يعالجه الكتاب، وهو الحوسبة السحابية: أساسيات، ومبادئ، وتطبيقات، حيث يستعرض الأنماط المختلفة للحوسبة؛ كالحوسبة المتوازية، والحوسبة الموزعة، والحوسبة الشبكية، وكذلك الحوسبة السحابية. كما يستعرض الدوافع التي أدت إلى ظهور الحوسبة السحابية بشكل بارز زاد مستوى أهمية استخدامها من جهاتٍ عديدة شملت القطاع الحكومي، والقطاع الصحي، وقطاع الاتصالات، وقطاع التربية والتعليم، وقطاع الطاقة، وقطاع النقل، وقطاع الصناعة.

ثانياً، يعرض الفصل الثاني المبادئ الأساسية للحوسبة السحابية عن طريق تقديم تعريف مؤصّل لها وسرد خصائصها الأساسية، والتي يتوجب توافرها حتى يُطلَق عليها مُسمَّى حوسبة سحابية. وتلك الخصائص هي أن تكون خدمة ذاتية حسب الطلب، وذات وصول واسع للشبكة الحاسوبية، وأن تقوم بعرض تجمُّع واسع من الموارد الحاسوبية، وذات مرونة سريعة في تخصيص وتحرير تلك الموارد، وأن تكون خدمة قابلة للقياس. كما يستعرض الفصل الثاني، بشكل موجز، نماذج نشر وإطلاق السحابة؛ كالسحابة الخاصة، والسحابة العامة، والسحابة المجتمعية، والسحابة الهجينة، ونماذج عرض خدمات الحوسبة السحابية؛ كالبنية التحتية كخدمة (IaaS)، والمنصة كخدمة (PaaS)، والبرمجيات كخدمة (SaaS). ويتم التفصيل في شرح هذه النماذج المختلفة في الفصلين الرابع والخامس. ثم يتم المرور على أصناف أصحاب المصلحة في بيئة الحوسبة السحابية، وهم: المستفيد من الخدمة، ومزود الخدمة، والوسيط

لتقديم الخدمة (الذي يشمل المالك، والشَرِيك). كما يستعرض هذا الفصل الأهداف والفوائد التي تستهدف الحوسبة السحابية تحقيقها، وكذلك المخاطر والتحديات التي قد تواجه أصحاب المصلحة عند تطبيق الحوسبة السحابية.

ويُقدِّم الفصل الثالث نموذجاً معماريًّا يصف الطبقات الأربع اللازمة لتشغيل نموذج تقني للحوسبة السحابية، والطبقات هي: طبقة المستفيد (client layer)، وطبقة الشبكة الحاسوبية (network layer)، وطبقة إدارة الشبكة (cloud management layer)، وأخيراً طبقة التجهيزات المادية (hardware layer). وتعمل هذه الطبقات الأربع بشكل تكاملي يُظهر آلية عمل الحوسبة السحابية، بحيث يتضح مبدأ الاعتمادية جليًّا فيما بين هذه الطبقات، ويمثِّل الإنترنت مكوناً أساسيًّا لعمل السحابة.

كما يناقش الفصل الرابع النماذج المختلفة التي يمكن توظيفها لنشر وإطلاق السحابة الحاسوبية. وبشكل عام، يمكن تصنيف السحابة إلى أربعة نماذج نشر، هي: السحابة العامة (public cloud)، والسحابة الخاصة (private cloud)، والسحابة الهجينة (hybrid cloud)، وأخيراً السحابة المجتمعية (community cloud) التي تعدُّ من نماذج أخرى أقلَّ استخداماً سيتم التطرق إليها في معرض تفاصيل هذا الفصل. وتختلف نماذج النشر والإطلاق هذه عن بعضها البعض في عدة عوامل: كحجم السحابة (عدد الموارد التي يتم تخصيصها للمستفيد)، والموقع الجغرافي للسحابة، والأمن والخصوصية، والأداء، والشبكة، وإدارة وصيانة السحابة، واتفاقية مستوى الخدمة، والتشريعات والقوانين ذات العلاقة.

في الفصل الخامس، يتم توضيح وشرح تفاصيل نماذج تسليم أو توصيل خدمات الحوسبة السحابية، والتي تأتي على ثلاثة أنواع أساسية، هي: نموذج البنية التحتية كخدمة (IaaS)، ونموذج المنصة كخدمة (PaaS)، ونموذج البرمجيات كخدمة (SaaS). تُمكِّن الحوسبة السحابية المستفيدين من الوصول إلى تجمُّع كبير من الموارد الحاسوبية، تشمل الحجم المطلوب من القدرة الحاسوبية (computing power)، والنطاق الشبكي المستهدف، والسعة التخزينية، وقواعد البيانات، والتطبيقات الإلكترونية، بالإضافة إلى مواردَ أخرى. ويمكن لمزود الخدمة عرض خدمات التحكُّم والوصول إلى هذه الموارد الحاسوبية بناءً على حاجة ورغبة المستفيد النهائي (end user). على سبيل المثال، يحدد المستفيد النهائي حاجته من البنية التحتية كخدمة (IaaS)؛ كالقدرة الحاسوبية المطلوبة (عدد وحدات المعالجة المركزية CPUs، وسرعاتها)، وعدد وسعة وحدات التخزين المطلوبة (وتُقاس بوحدة القياس

GB أو TB)، والنطاق الشبكي المستهدف حيث يتم تحديد العدد المطلوب من الموجهات (routers)، والمبدلات (switches)، والجسور (bridges)، وأخيراً موازن الأحمال (load balancer) الذي يوزع الطلبات الواردة على الموارد الحاسوبية بشكل متوازن يضمن أداء العمليات التشغيلية بشكلٍ سلس. يقوم مزود الخدمة بتوفير هذه المتطلبات بناءً على رغبة المستفيد الذي يستطيع الوصول لها عن بُعْد، ويبقى أمر صيانتها والمحافظة على إتاحتها بشكل دائم منوطاً بمزود الخدمة. أما في نموذج المنصة كخدمة (PaaS) فيعرض مزود الخدمة أدوات تطوير التطبيقات لتُمكِّن المستفيد من تطوير تطبيقاته عبر الإنترنت لتبقى صيانة وإدارة المنصة تحت إشراف مزود الخدمة، وفي نموذج البرمجيات كخدمة (SaaS) يستضيف ويدير مزودُ الخدمة التطبيقَ الإلكتروني الذي يتم استخدامه والوصول له من قِبل المستفيد. ويعرض الفصل الخامس تفاصيل أكثر عن هذه النماذج الثلاثة، ويُختتَم بتقديم مقارنة موجزة بينها من حيث الخصائص، ومدى الملاءمة للمستفيد.

مع تزايد الإقبال على خدمات الحوسبة السحابية، تبرز الحاجة لإدارتها بشكل فعّال لضمان سير عمل الخدمات على نحوٍ يرضي كلًّا من مزوّد الخدمة والمستفيد منها. لذا فإن الفصل السادس يعرِّج على أهمية إدارة الحوسبة السحابية والتطرُّق إلى عوامل نجاح التحوُّل والانتقال إلى السحابة؛ كوضوح أهداف التحوُّل للمنظمة الراغبة في الانتقال للسحابة، والدعم والمساندة القوية من قِبَل الإدارة العليا فيها، وانتقاء الموارد الحاسوبية الملائمة لتحقيق أهداف المنظمة. كما يتطرق الفصل السادس إلى الدور المهم الذي يمكن أن يقوم به المستفيد في إنجاح وتفعيل عمل السحابة، من خلال المراقبة والتدقيق ومتابعة الخطط التي قد تساعد على تجنُّب حدوث الكوارث مستقبلاً. وبشكل عام، يمكن أن تتم إدارة البنية التحتية والتطبيقات على السحابة عبر مجموعة من التقنيات والبرمجيات المصممة خصيصاً لمراقبة وإدارة أصول السحابة؛ كالتجهيزات المادية، والبرمجيات، وتوفُّر أدوات لقياس الأداء. ويمكن أن يتيح مزود الخدمة للمستفيد بوابة (portal) خاصة به يتمكن من خلالها من إدارة خدماته السحابية بكل يسر وسهولة.

يستعرض الفصل السابع مفهوم التقنية الافتراضية (virtualization) عبر تقديم تعريف مؤصَّل لها. وتهدف التقنية الافتراضية إلى زيادة الانتفاع من الموارد الحاسوبية بأكبر قدر ممكن، وزيادة العائد على الاستثمار لمَنْ يملك تلك الموارد التقنية. كما أنها تسمح بمشاركة المورد التقني نفسه بين العديد من المستفيدين، وتساعد على إعطاء مستويات مختلفة لمبدأ إخفاء تفاصيل التعامل المباشر مع الموارد التقنية المتاحة بالنسبة للمستفيد، وترك ذلك لمزود

الخدمة. ثم يستعرض هذا الفصل الفوائد والمساوئ المصاحبة لاستخدام التقنية الافتراضية، ويتطرق إلى أنواع الموارد التي يمكن تحويلها افتراضيًّا؛ كالخوادم، ومخازن البيانات، والشبكة والذاكرة الرئيسية. ويتم التطرق إلى المنهجيات الثلاث للتقنية الافتراضية، وهي: (١) الافتراضية الكاملة، و(٢) الافتراضية الجزئية، و(٣) الافتراضية المُمكَنة بالتجهيزات المادية. ثم يتم استعراض مفهوم برمجية التقنية الافتراضية التي يتم توظيفها لإدارة ومراقبة البيئة الافتراضية، ويتم استعراض أشهر الأدوات البرمجية لتطبيق هذا المفهوم. ويُختتَم هذا الفصل باستعراض أبرز معوقات عمل التقنية الافتراضية؛ كالقصور في تقديم الدعم الفني، ومستوى الأمان، وزيادة الأعباء وتأثيرها على الأداء، ومشكلة عدم التوافقية، والتحديات الإدارية.

ولأهمية مبدأ الأمن عند الانتقال جزئيًّا أو كليًّا إلى السحابة، فقد تمَّ إفراد الفصل الثامن لمناقشة القضايا الأمنية المرتبطة باستخدام الحوسبة السحابية. وتبرز أهمية أمن السحابة في أن العديد من المنظمات والأفراد، على حدٍ سواء، يخطون خطواتٍ كبيرة نحو استخدام الحوسبة السحابية، ويتمثل ذلك في نقل التطبيقات الإلكترونية والبيانات المرتبطة بها إلى السحابة؛ بغرض تقليل التكاليف المادية، وتقليل أعباء الصيانة والتشغيل، حيث تشير شركة قارتنر الاستشارية (Gartner Inc.) في تقريرها الصادر في فبراير ٢٠١٧م، إلى أن ما يزيد عن ٥٠% من المنظمات على مستوى العالم سترتبط بالحوسبة السحابية، كما أن حجم السوق العالمي لهذه التقنية في عام ٢٠١٦م قد تجاوز الـ ٢١٩ مليار دولار أمريكي، وتتوقع قارتنر نمو هذا الرقم بنحو ٨٧% في عام ٢٠٢٠م، ليتجاوز الـ ٤١١ مليار دولار أمريكي. ونظراً لطبيعة السحابة في أنها تجسِّد مبدأ "الاستعانة بمصدر خارجي" بالنسبة للمستفيد، فإنَّ تجميع موارد عدة مستفيدين (كالبيانات) في موارد تقنية مشتركة (كالخوادم) يثير الكثير من تساؤلات ومخاوف المستفيد فيما يخصُّ مستوى الأمن الموفَّر لموارده. وقد قامت منظمة تحالف أمن السحابة (Cloud Security Alliance – CSA) بتطوير نموذج معياري لنطاق إدارة أمن ومخاطر السحابة، يُمثّل منهجيةً تمكِّن مطوري التطبيقات ومختصي الأمن من تقييم أدواتهم التقنية وتقييم مزودي الخدمات السحابية من حيث القدرات الأمنية المتاحة، كما تمكّنهم من وضع خارطة طريق تساعد على تحقيق حاجات أعمالهم الأمنية. ويعرض الفصل الثامن هذا النموذج المعياري بتفصيل أكبر، كما يتطرق إلى النواحي الأمنية المتعلقة بأمن البيانات، وأمن الشبكة، وأمن التقنية الافتراضية، وأمن المنصة. ويُختتَم هذا الفصل بالتطرُّق إلى التخطيط المطلوب للتعافي من الكوارث، وكذلك حماية الخصوصية والتكامل.

يمكن أن تخلق الحوسبة السحابية ميزةً تنافسية مهمة لمستخدميها، إذا تمَّ توظيف تطبيقاتها وخدماتها بشكل فعَّال وصحيح لتحقيق متطلبات أعمالها. إلا أن تحقيق هذه الميزة قد لا يتأتى في ظل وجود ممارسات خاطئة مرتبطة بالانتقال إلى الحوسبة السحابية؛ لذا فإنَّ الفصل التاسع يستعرض أكثر الممارسات الخاطئة شيوعاً عند الانتقال إلى البيئة السحابية. وتتمثل بعض هذه الممارسات الخاطئة في إساءة فهم متطلبات المستفيد، وعدم تقدير التكاليف المرتبطة باستخدام الخدمات السحابية بشكل دقيق، ورفع سقف التوقعات المرجوة من استخدام السحابة بشكل غير واقعي لا يتناسب وطبيعة الأعمال المستهدفة، وتضخيم حجم المخاطر الأمنية المرتبطة بالبيئة السحابية. كما أنَّ هناك العديد من الممارسات الخاطئة المرتبطة بالاعتقاد بأنه من الأفضل نقل جميع التطبيقات الحالية والمستضافة لدى المنظمة المستفيدة إلى البيئة السحابية، وأنَّ ذلك يمثل دائماً حلاً أمثل، وقد تكون الحقيقة على العكس تماماً من ذلك. إضافةً إلى ذلك، هناك ممارسة خاطئة ترتبط باختيار مزود الخدمة، بحيث يختار المستفيد المزود المفضَّل لديه وليس المزود الملائم لحاجات أعماله. ويقدِّم الفصل التاسع في خاتمته مجموعةً من التوصيات تساعد على تجنُّب الكثير من الممارسات الخاطئة.

تُحتِّم طبيعة العلاقة بين مُزوِّد الخدمة السحابية والمستفيد منها ضرورة فهم التكاليف المادية التي يتحملها المستفيد في سبيل الحصول على الخدمة، وأيضاً مستوى جودة الخدمة المقدمة من قِبل مزوِّد الخدمة لتحقيق متطلبات المستفيد. لذا فإنَّ الكتاب يُفرد الفصل العاشر الخاص بقياس الخدمات السحابية من خلال الاطلاع على نماذج لقياس التكاليف والتسعير، مثل: مقاييس التكاليف المادية لأعمال السحابة، ومقاييس التكاليف المادية لاستخدام السحابة، ومقاييس التكاليف المادية لإدارة السحابة. كما يتطرق هذا الفصل إلى نماذج يتم استخدامُها بغرض قياس مستوى جودة الخدمة السحابية، كما يتطرق إلى ما يُسمَّى باتفاقية مستوى الخدمة (Service Level Agreement – SLA)، التي تمثل اتفاقاً رسميًّا بين مزود الخدمة السحابية من جهة والمستفيد من الخدمة من جهة أخرى، وتُحدِّد بدقة مستوى الخدمة التي يُقدِّم مزود الخدمة وعداً بتقديمها للمستفيد. ولا شك أن شمول الكتاب على فصل خاص بقياس خدمات الحوسبة السحابية يعزِّز فرص تكريس قياس الأداء التقني كأحد الجوانب المهمة لقياس الأداء العام لأي منظمة. ويُختتَم الفصل بتقديم مجموعة من الإرشادات والتوصيات العملية والممارسات الواجب توافرها عند اعتماد اتفاقية مستوى الخدمة بين مزود الخدمة السحابية والمستفيد منها.

ومن الجوانب المهمة التي يتطرق لها هذا الكتاب استعراضُه في الفصل الحادي عشر لأبرز الفرص والتحديات في مجال الحوسبة السحابية على المستويين البحثي والعملي، الأمر الذي يمكن أن يساعد في توسيع الشريحة المستفيدة من موضوعات هذا الكتاب، لتشمل كلًّا من الباحثين والممارسين على حدٍ سواء. فعلى المستوى البحثي، يلخص هذا الفصل جهداً بحثياً قام به المؤلف، غطَّى ١٧٢ مرجعاً (ما بين مقالات علمية محكَّمة ومنشورة في مجلات علمية ومؤتمرات عالمية، وكتب متخصصة، وتقارير عملية للممارسين)، حيث يتم تحديد الفجوات البحثية المتاحة في مجال الحوسبة السحابية. وتشير نتائج المراجعة العلمية لهذه المراجع إلى أنه على الرغم من التأثير الكبير للحوسبة السحابية في عالم المال والأعمال خلال السنوات الماضية والوقت الحالي، إلا أنها لا تزال تزخر بالعديد من الفرص والموضوعات المشجعة لإجراء البحوث العلمية. وتحدد مخرجات هذه المراجعة العلمية أربعة محاور رئيسية تتضمن فرصاً وفجواتٍ بحثية في مجال الحوسبة السحابية، وهذه المحاور هي: فوائد ومخاطر وخدمات الحوسبة السحابية، وتبنّي الحوسبة السحابية والانتقال من البيئة التقنية التقليدية إلى السحابة، ومخرجات وآثار الحوسبة السحابية، والوضع الراهن للحوسبة السحابية. أما على المستوى العملي، فتتفق معظم البحوث العلمية والدراسات الاستشارية على مجموعة من التحديات التي تتوزع في بُعديْن رئيسيين؛ يختص الأول منهما بالجانب التنظيمي والإداري (كغياب وجود إستراتيجية وأهداف مقنعة للتحول إلى السحابة، وقصور الدعم الكافي من قِبَل الإدارة العليا في المنظمة)، بينما يركز البُعد الثاني على الجانب التقني (كالتحديات الأمنية، وتذبذب جودة الخدمات السحابية، وانخفاض مستوى التحكم في الموارد التقنية على السحابة). وإلى جانب التحديات العملية، يستعرض هذا الفصل أيضاً الفرص العملية التي تتيحها تقنية الحوسبة السحابية، وإمكانية توظيفها في قطاعات متعددة: كالقطاع الحكومي، والقطاع الصحي، وقطاع الاتصالات، وقطاع التربية والتعليم، وقطاع الطاقة، وقطاع النقل، وقطاع الصناعة، وقطاع تقنية المعلومات.

كما يتميز الكتاب باستعراضه في الفصل الثاني عشر لمجموعة من التجارب الدولية والمحلية الناجحة في المملكة العربية السعودية، والتي تسلِّط الضوء على أفضل الممارسات المتعلقة باستخدام تقنية الحوسبة السحابية. فعلى المستوى المحلي، على الرغم من حداثة عهد دخول هذه التقنية إلى المملكة العربية السعودية إلا أن هناك تجارب جيدة ومُحفِّزة على مستوى القطاع الحكومي والقطاع الخاص. ففي القطاع الحكومي، ضمَّنت وزارة الاتصالات وتقنية المعلومات ممثلةً في برنامج التعاملات الإلكترونية الحكومية (يسّر)

الحوسبة السحابية كإحدى مبادراتها المستقبلية في الخطة التنفيذية الثانية للتعاملات الإلكترونية الحكومية (١٤٣٣-١٤٣٧هـ)، وشرعت في إنشاء ما يُسمَّى بالسحابة الإلكترونية الحكومية؛ رغبةً في تشجيع الجهات الحكومية على الاستفادة من الإمكانيات والخدمات التي تقدِّمها السحابة الحكومية، ولتحسين عوامل الكفاءة والإنتاجية والمرونة. كما شرع معهد الإدارة العامة في تطبيق نموذج البرمجيات كخدمة (SaaS)، من خلال إتاحة بعض الخدمات السحابية للدارسين في برامجه الإعدادية. وطبّقت جامعة الإمام محمد بن سعود الإسلامية نموذج السحابة الهجينة (hybrid cloud)، الذي يتيح ربط مركز بياناتها (السحابة الخاصة) بالخدمات السحابية الخارجية (سحابة عامة)؛ لتعزيز القدرات التقنية الداخلية. إضافةً إلى ذلك، أطلقت جامعة الملك عبد العزيز، في عام ١٤٣٧هـ، مشروع "السحابة الحاسوبية" الذي يختصُّ بتقديم عدة خدمات موجهة للمستفيدين، وذلك استكمالاً للبنية التحتية الخاصة بأنظمة الجامعة عبر عدة مراحل، وتعتبر الجامعة من أوائل الجامعات في تطبيق هذه التقنية على مستوى دول الخليج والشرق الأوسط.

أمَّا على مستوى القطاع الخاص، فيبرز دور كلٍّ من شركتي الاتصالات السعودية (STC) وموبايلي (Mobily) كمزودين لخدمات الحوسبة السحابية. وبشكل عام، تقدم الشركتان حلولاً لبناء البنية التحتية الخاصة بخدمات الحوسبة السحابية، بحيث توفران لعملائهما القدرة على إدارة بياناتهم المستضافة، مثل الخدمات والبرامج، وفقاً لاحتياجات العميل والأعمال. كما تطرح كلٌّ من الشركتين باقات من خدمات الحوسبة السحابية من خلال مراكز بيانات متعددة؛ بغرض تمكين العملاء من الحصول على رد سريع ومتجاوب لمتطلبات الأعمال الخاصة بالعملاء، إضافة إلى توفير إدارة وفعالية أكثر للتكاليف التشغيلية. ويستعرض هذا الفصل بعض الخدمات السحابية التي توفرها كلٌّ من هاتين الشركتين. ويُختتَم هذا الفصل باستعراض بعض التجارب الدولية في هذا الشأن من خلال الاطلاع على مصادر متعددة عبر البحث المكتبي، واستخدام شبكة الإنترنت.

أخيراً، يحتوي الكتاب في نهايته على ثلاثة ملاحق إضافية. يستعرض الأول أبرز مزودي خدمات الحوسبة السحابية عالمياً، في حين يستعرض الثاني أبرز واضعي معايير الحوسبة السحابية. أما الملحق الثالث فيحتوي على النموذج الذي تمَّ استخدامه لجَمْع معلومات عن الخدمات السحابية من بعض الجهات الحكومية لإدراجها كتجارب محلية في الفصل الثاني عشر.



الفصل الأول

مقــدمــة:

يُقدِّم هذا الفصل الموضوع الرئيسي الذي يعالجه الكتاب، وهو الحوسبة السحابية: أساسيات، ومبادئ، وتطبيقات. ويتم ذلك من خلال استعراض الأنماط المختلفة للحوسبة؛ كالحوسبة المتوازية، والحوسبة الموزعة، والحوسبة الشبكية، إضافةً إلى أنماط أخرى كان بعضها مُحفِزاً بشكل أو بآخر لظهور وتطوُّر الحوسبة السحابية. كما يتطرق هذا الفصل أيضاً إلى الدوافع التي أدَّت إلى ظهور الحوسبة السحابية بشكل بارز، زاد في مستوى أهمية استخدامها من قطاعات عديدة شمِلت إضافةً إلى الأفراد: القطاع الحكومي، والقطاع الصحي، وقطاع الاتصالات، وقطاع التربية والتعليم، وقطاع الطاقة، وقطاع النقل، وقطاع الصناعة.

١/١ نبذة عن أنماط الحوسبة:

إن الفكرة العامة "للحوسبة" من خلال "سحابة" تعود في أساسها إلى المبدأ الذي قدَّمه عالم علوم الحاسب جون ماكارثي (John McCarthy) في عام ١٩٦١م، وهو مبدأ "الحوسبة الخدمية"، (utility computing). ويشير هذا المبدأ، كما قدمه ماكارثي في ذلك الحين، إلى أنه "إذا أصبحت الحاسبات التي أراها هي حاسبات المستقبل، فربما يتم توظيف وتنظيم الحوسبة في يوم ما كخدمة عامة مثلها في ذلك مثل خدمة الهاتف... ربما تصبح خدمة الحوسبة مستقبلاً الأساس لصناعة جديدة ومهمة" (Garfinkel, 1999; Ruparelia, 2016). كما صرَّح ليونارد كلينروك (Leonard Kleinrock) في عام ١٩٦٩م أن شبكات الحاسب الآلي ما زالت في مرحلة النشء والظهور، إلا أنه باستمرار نموها ستصبح أكثر تعقيداً، وربما نرى انتشاراً لافتاً لخدمات الحاسب في المستقبل.

لم يأتِ ظهور الحوسبة السحابية بمعزل عن التطوُّر التقني الهائل في مجالات عديدة؛ كالتطوُّر في السرعة والقدرة الحاسوبية، وفي توسع نطاق وآلية عمل شبكات الحاسب، وفي السعة التخزينية، وفي استخدام قواعد البيانات والمستودعات المعلوماتية الرقمية الموزعة، وفي التطبيقات الإلكترونية التي جذبت شريحة كبيرة من المستفيدين، وأخيراً وبشكل أكثر

أهميةً في التوسُّع في استخدام الإنترنت، بل شكَّل كلُّ هذا التطور تراكماً معرفيًّا مهماً لبزوغ نجم الحوسبة السحابية كتقنية شائعة الاستخدام، وكجزء متكامل من أشكال الحوسبة المحترفة في عالم اليوم. لقد شهدت العقود الماضية نجاحاً ملحوظاً في تطوير البنى التحتية للحوسبة في مجالات تطبيقية متعددة، شملت القطاع الحكومي، والقطاع الصحي، وقطاع الاتصالات، وقطاع التربية والتعليم، وقطاع الطاقة، وقطاع النقل، وقطاع الصناعة. كما أن ظهور الإنترنت جلب معه أعداداً كبيرةً من مستخدمي التطبيقات الإلكترونية عن بُعد، وبالذات التطبيقات المبنية على تقنية الحوسبة الموزعة (distributed computing). وقد نتج عن البحوث العلمية المكثفة والمتراكمة في مجال الحوسبة الموزعة تطوير ما يُسمَّى بالحوسبة الشبكية (grid computing). وعلى الرغم من أن الحوسبة الشبكية ترتكز على مبدأ الحوسبة الموزعة، إلا أن المفهوم الأساسي لها يختلف بعض الشيء، حيث مكَّنت الحوسبة الشبكية الباحثين من إجراء مهام حاسوبية مكثفة ومعقدة من خلال توظيف بُنَى تحتية تقنية محدودة ومدعومة بقدرة وسرعة معالجة عالية، والتي يمكن الحصول عليها من طرف خارجي. شكَّل هذا النمط من تكييف الحوسبة الشبكية أولى المحاولات لتزويد المستفيدين الخارجيين بالموارد الحاسوبية بمقابل مادي. أصبحت هذه التقنية أكثر شيوعاً في حينه ولا يزال استخدامها شائعاً، وبشكل رئيسي لدى الباحثين، ولم تكن متاحةً في حينه للعامة من المستخدمين. وتأتي الحوسبة السحابية امتداداً طبيعيًّا للحوسبة الشبكية كمفهوم، ويختلف عنه بإضافة الجانب التجاري إليها. وعلى الرغم من وجود بعض الاختلافات التقنية بينهما، إلا أن إضافة الجانب التجاري للحوسبة السحابية يشكل اختلافاً رئيسياً بين الحوسبة الشبكية والسحابية. هناك العديد من الخصائص التي جعلت من الحوسبة السحابية فريدةً من نوعها وشائعة الاستخدام. فعلى سبيل المثال، من الممكن أن يتم قياس مستوى استخدام الموارد الحاسوبية المتاحة للمستفيدين، ومن ثَمَّ يقوم هؤلاء المستفيدون بدفع الأجر المقابل لهذا الاستخدام فقط. إضافةً إلى ذلك، تدعم وتتكيف الحوسبة السحابية مع التغيرات المستمرة في متطلبات المستفيدين دون أن يؤثر ذلك في أداء السحابة ومواردها المتاحة، كما يستطيع المستفيد الوصول الميسر إلى موارد السحابة من خلال أي جهاز إلكتروني متاح له، سواءً كان حاسوباً مكتبيًّا أو متنقلاً أو هاتفاً نقَّالاً أو لوحاً إلكترونياً؛ الأمر الذي يوسِّع شريحة المستفيدين من الخدمات المقدَّمة من خلال السحابة.

لا تقتصر أنماط الحوسبة عموماً على هذين النوعين المذكورين أعلاه فقط، على سبيل المثال للتوضيح، بل يتعدى ذلك ليشمل أنماطاً أخرى تختلف عن بعضها في مجالات متعددة؛

كغرض الاستخدام، والخصائص والتقنيات المتاحة بكلٍّ منها (Ditto et al., 2010). ويأتي استعراض هذه الأنماط المختلفة من الحوسبة مطلوباً في هذا الجزء الأوليّ من الكتاب؛ رغبةً في التعرف على الخصائص المرتبطة بكل نمط على حِدة، وفي الاطلاع على التسلسل المنطقي والتراكم المعرفي الذي أدَّى إلى ظهور الحوسبة السحابية كنمط شائع من أنماط الحوسبة المتعددة. ومن ضمن الأنماط التي سيتم استعراضها: الحوسبة الموزعة (distributed computing)، والحوسبة المتوازية (parallel computing)، والحوسبة العنقودية (cluster computing)، والحوسبة الشبكية (grid computing)، والحوسبة السحابية (cloud computing)، والحوسبة الحيوية (biocomputing)، والحوسبة المتنقلة (mobile computing)، والحوسبة الكمية (quantum computing)، والحوسبة البصرية (optical computing)، وأخيراً حوسبة النانو(nanocomputing).

١/١/١ الحوسبة الموزعة (Distributed Computing):

الحوسبة الموزعة عبارة عن نظام حوسبة يتألف من عدة حاسبات أو عدة أجهزة معالِجة مرتبطة مع بعضها البعض من خلال شبكة إلكترونية تكون في مجملها متجانسة أو غير متجانسة، لكنها تعمل كنظام واحد مستقل. ويكون التواصل والتفاعل بين هذه الحاسبات أو الأجهزة من خلال ما يُسمَّى بتمرير الرسائل، وتتفاعل هذه الأجهزة مع بعضها البعض من أجل تحقيق هدف مشترك. وتُسمى برامج الحاسوب التي تعمل على الأنظمة الموزعة بالبرامج الموزعة.

إنَّ الفكرة الرئيسية من ظهور الحوسبة الموزعة هي السعي إلى استغلال الموارد الحاسوبية الموزعة في أماكن متعددة والمتاحة للاستخدام بكفاء عالية، حيث إنَّه في غالب الأحيان لا يتم استخدام المورد المتاح بطاقته أو سعته الكاملة، الأمر الذي يؤدي إلى وجود جزء معين من هذه الطاقة أو السعة كامنة وغير مستخدمة. وترتكز فكرة الحوسبة الموزعة على وجود برنامج معين على كل جهاز مرتبط بالشبكة، بحيث يقوم المستخدم الرئيسي بتوزيع المهام المراد إنجازها على بقية الأجهزة، والتي لا يتم استخدام طاقاتها أو سعتها بشكل كامل، لتقوم معالجات هذه الأجهزة بدورها بمعالجة المهام أو الوظائف المسندة إليها والمرسلة عبر الشبكة من دون ملاحظة هذا العمل الإضافي من قِبل مستخدم الجهاز الرئيسي.

وقد تكون الأجهزة في هذا النظام الحاسوبي الموزَع قريبة جغرافياً من بعضها البعض، وفي هذه الحالة ترتبط ببعضها بواسطة شبكة محلية (local network)، وفي حالات أخرى

قد تكون جغرافيًّا بعيدة عن بعضها البعض، وفي هذه الحالة ترتبط من خلال شبكة واسعة النطاق (wide area network). وتتصف الحوسبة الموزعة بقدرتها على احتواء ودعم أي عدد ممكن من معالجات الحاسبات أو الأجهزة، حتى وإن كانت ذات طبيعة مختلفة، مثل: الحاسبات المركزية (mainframes)، والحاسبات الشخصية (PCs)، ومحطات العمل (workstations). ويتمثل الهدف الرئيسي للحوسبة الموزعة في أن تعمل الشبكة كاملةً وكأنها حاسب واحد.

وتتميز الحوسبة الموزعة عن غيرها من أنماط الحوسبة بالعديد من المميزات، نذكر منها:

- إتاحة التفاعل والتواصل بين الحاسبات المرتبطة بالشبكة، مع الحفاظ على استقلالية تلك الحاسبات.
- تحسين أداء الحاسبات أو الأجهزة؛ لأنه بوجود عدة معالجات في الشبكة يكون إنجاز المهام الموكلة أكثر سرعةً وأقلَّ زمناً.
- الإتاحة الدائمة، ويعود ذلك لوجود عدة أجهزة يمكن أن تقدِّم نفس الخدمة أو المهمة المطلوبة. لذا فإنه في حالة فشل جهاز معين في أداء مهمة معينة، فإن العمل لا يتوقف بسبب وجود البديل اللازم للقيام بالمهمة نفسها، وهو المبدأ الذي يُسمَّى بالقدرة على تحمُّل الأعطال (failure tolerance).
- القابلية للتوسُّع في بنية المنظومة، فمن السهولة بمكان أن يتم إضافة أجهزة جديدة للشبكة عند الحاجة، كما يمكن حذفها أيضاً دون أن يؤثر ذلك على عمل البنية الموجودة في الشبكة.
- حل مشكلة البُعد الجغرافي بين الأجهزة والموارد المتاحة باستخدام خاصية تمرير الرسائل.
- تمكين عدة مستخدمين من مشاركة قاعدة بيانات مركزية، ومشاركة الموارد الأخرى أيضاً؛ كصفحات الويب، والملفات، وموارد مادية أخرى قد تكون باهظة الثمن، مثل الطابعات الليزرية.

٢/١/١ الحوسبة المتوازية (Parallel Computing):

الحوسبة المتوازية هي أحد أوجه الحوسبة عالية الأداء التي يتم بها توظيف وتنسيق عمل مجموعة من المعالجات الحاسوبية لحل عمليات ومسائل حاسوبية معقدة، وفي نفس الوقت. وتعمل الحوسبة المتوازية على مبدأ أن المسائل (كالمسائل الحسابية المعقدة) يمكن

أن يتم تقسيمها في الغالب إلى أجزاء صغرى، ومن ثَمَّ يتم مراعاة اعتمادية تلك الأجزاء على بعضها البعض، ليتم بعد ذلك حل كل جزء باستخدام معالج مستقل، وفي نفس الزمن، ثم يتم تجميع تلك الحلول للحصول على حل وحيد. ويمكن أن يتم تشبيك مئات أو آلاف المعالجات الحاسوبية في الحوسبة المتوازية حسب الغرض الذي يتم بناؤها من أجله. وقد ظهرت الحاجة العملية لها مع تزايد القلق المرتبط بمقدار استهلاك الطاقة (على سبيل المثال، ارتفاع مستوى الحرارة المولَّدة) الناتج عن تزايد تنفيذ المهام الموكَلة إلى معالج حاسوبي واحد. كما أنّ المنهج التقليدي المستخدَم في تهيئة البرمجيات للتنفيذ حاسوبياً يقوم عادةً على مبدأ تقسيمها إلى أجزاء متعددة؛ مما يسهّل من إمكانية توزيع تنفيذ تلك الأجزاء إلى عدة معالجات في نفس الوقت، الأمر الذي يُخفِّف الحِمل على كل معالج فيما لو تمّ إسناد كل المهام له، وفي الوقت نفسه يسرّع إنجاز المهام المنفذَة. ولا يقتصر العمل بمفهوم الحوسبة المتوازية على أن يتم التوازي فقط على مستوى المعالجات (processors)؛ بل يشمل أيضاً التوازي على مستوى الذاكرة التي يمكن أن تكون مشتركة وموزعة (shared and distributed memory)، للقيام بمهام برمجية دعت الحاجة أن يكون تنفيذها موزَّعاً. وتتعدد الأغراض والحاجات التي تكون بها الحوسبة المتوازية حلاً مناسباً بغرض المحاكاة (simulation) والنمذجة (modeling)، وفهم الظواهر الكونية المعقدة التي تحدث في نفس الوقت. فعلى سبيل المثال، يتم توظيف الحوسبة المتوازية لدراسة حركة الكواكب، والاحتباس الحراري، ومراقبة الطقس، وبناء الطائرات، وصناعة المركبات.

عند الحديث عن الحوسبة المتوازية، قد يستلزم الأمر التطرُّق إلى المفهوم التقليدي المعروف باسم الحوسبة المتتالية (serial computing) بغرض المقارنة فقط. ففي الحوسبة المتتالية (في بعض الأحيان يُشار لها بمبدأ فان نيومان – Von Neumann)، تنطبق النقاط التالية:

- يتم تنفيذ الحوسبة المتتالية على حاسوب/جهاز وحيد يحتوي على وحدة معالجة مركزية (CPU) واحدة.
- يتم تقسيم التعليمات المستخدمة لحل المسألة المستهدفة إلى مجموعة من الأجزاء المنفصلة.
- تقوم وحدة المعالجة المركزية الوحيدة بتنفيذ تلك التعليمات بشكلٍ متتالٍ، واحدة بعد الأخرى.

بينما في الحوسبة المتوازية تتآزر مجموعة من المعالِجات أو وحدات المعالجة المركزية للعمل بشكل متزامن حسب النقاط التالية:

- يتم تنفيذ الحوسبة المتوازية على عدة حواسيب/أجهزة تحتوي في مجموعها على عدة وحدات معالجة مركزية.
- يتم تقسيم التعليمات المستخدمة لحل المسألة المستهدفة إلى مجموعة من الأجزاء المنفصلة، بشرط أن يتم مراعاة إمكانية حلها بشكل متزامن (بمعنى آخر، يتم مراعاة اعتمادية مدخلات ومخرجات تلك التعليمات على بعضها البعض).
- يتم تنفيذ تلك التعليمات من كل جزء بشكل متزامن، وعلى وحدات معالجة مختلفة.
- يتم توظيف آلية مناسبة لتجميع وتنسيق مخرجات كل المعالجات والتحكُّم فيها؛ للخروج بحل نهائي وحيد للمسألة المستهدفة.

٣/١/١ الحوسبة العنقودية (Cluster Computing):

تتألف الحوسبة العنقودية من مجموعة من الأجهزة أو الحاسبات أو المعالِجات (وتُسمَّى كل واحدة منها بالعقدة - node) من النوع ذاته، وترتبط ببعضها البعض بواسطة شبكة محلية موجهة لغرض التنسيق وتبادل الرسائل بين كل العُقَد. وتعمل الشبكة كاملةً والعُقَد المرتبطة بها كنظام آلي واحد ومتجانس. ويمكن أن تتشارك كل العُقَد في استخدام نفس التجهيزات المادية كموازِن الأحمال (load balancer)، والبرمجيات كنُظم التشغيل (operating system)، ووسيط تبادل الرسائل (message passing interface). وجاء ظهور هذا النوع من الحوسبة بغرض رفع مستوى مجموعة من المقاييس المهمة؛ كتحسين الأداء، وزيادة مستوى الإتاحة والاعتمادية، وتقليل أعطال النظام، مقارنةً بتلك المتوافرة في نظام الحاسب المنفرد. ويمكن تحقيق ذلك عن طريق تكريس مجموعة من العُقَد للقيام بنفس المهام، الأمر الذي يسمح أن تقوم أي عُقدة مقام تلك التي يمكن أن يطرأ عليها عطل أثناء تنفيذ المهمة المنوطة بها. ويتطلب إنجاز ذلك وجود مستوى عالٍ من التنسيق والتعاون والتحكم فيما بين كل العُقَد، تقوم به عادةً برمجيات وسيطة تُسمَّى طبقة البرمجيات الوسيطة (software middleware layer)، والتي تتيح للمستخدمين التعامل مع الشبكة كاملةً بعُقدها كوحدة حاسوبية متماسكة وموثوقة. ولا شك أنه كلما ارتفع مستوى التجانس فيما بين مكونات هذا النظام العنقودي (كنوع التجهيزات المادية، ونوع البرمجيات)، زادت إمكانية تحقيق الهدف المنشود من الحوسبة العنقودية بشكلٍ أكثرَ فعاليةً.

يمكن أن يتم تصميم نظام الحوسبة العنقودية بشكل مبسّط ليشتمل فقط على عقدتين اثنتين (مثل، حاسبين شخصيين اثنين)، كما يمكن تصميمُه ليصبح أكثر تعقيداً ليتألف من مئات الحاسبات العملاقة (supercomputers)، وعادةً ما يتم تحديد العدد المطلوب من العُقَد استناداً إلى متطلبات العمل المطلوب إنجازه، ومستوى الاعتمادية والإتاحة المستهدفة. وتتعدد استخدامات هذا النوع من الحوسبة ما بين الأغراض العلمية والبحثية للقيام بالعمليات الحسابية والرياضية المعقدة، وبين الأغراض التجارية أيضاً؛ كالدعم في خدمات الإنترنت.

وتتمثل الخصائص الرئيسة للحوسبة العنقودية في النقاط التالية: (١) القدرة على تحمُّل الأعطال (قدرة النظام على الاستمرار في تنفيذ المهام المطلوبة حتى في وجود عُقدة معطلة)، و (٢) القابلية للتوسُّع بشكل ميسَّر، و (٣) تقليل مستوى الصيانة المتكررة للأعطال، و (٤) وجود إدارة مركزية تقوم بها برمجيات التحكُّم والتنسيق، و (٥) توفير معالجة سريعة ومتوازية للبيانات؛ الأمر الذي يُسِّرع من عملية التعافي من الكوارث عند حدوثها.

٤/١/١ الحوسبة الشبكية (Grid Computing):

تعرِّف شركة آي بي إم (IBM, 2002) الحوسبة الشبكية بأنها القدرة على اكتساب خاصية الوصول إلى التطبيقات والبيانات، والمعالجة السريعة، والسعة التخزينية، والعديد من الموارد الحاسوبية الأخرى عبر الإنترنت كوسيط. ويمكن أن يتم تحقيق هذا الوصول باستخدام مجموعة من المعايير والبروتوكولات المفتوحة. ويمكن النظر إلى الحوسبة الشبكية على أنه نظام متوازٍ ومُوزَّع يمكِّن من مشاركة واختيار وتجميع الموارد الحاسوبية الموزعة عبر نطاقات متعددة، اعتماداً على إمكانية إتاحة هذه الموارد وقدرتها وأدائها، ومتطلبات جودة الخدمة المطلوبة.

وبشكل عام، تضمُّ الحوسبة الشبكية مجموعة من الموارد الحاسوبية التي يمكن أن تكون موجودة في عدة مواقع جغرافية، بغرض الوصول إلى هدف مشترك. ويتصف هذا النوع من الحوسبة بإمكانية احتوائه على مكونات أو موارد متغايرة الخواص (لا متجانسة)، وإمكانية انتشارها جغرافياً بشكل واسع، تماماً كما هو الحال في شبكة الطاقة الكهربائية (grid power). تختلف الحوسبة الشبكية عن غيرها من أنواع الحوسبة الأخرى، كالحوسبة العنقودية، في إمكانية تنفيذها عدة مهام مختلفة وموزعة على مكوناتها المتغايرة التي تشكل بنيتها التحتية، وفي إمكانية تجميع عُقَد غير متجانسة كمكونات لشبكتها. تتمثل

البنية التحتية للحوسبة الشبكية في شبكة من الأجهزة أو الحاسبات يتم إدارتها بواسطة برمجيات خاصة تعمل كطبقة وسيطة من أجل استخدام الموارد الحاسوبية والوصول إليها عن بُعد. ويتمثل النشاط الإداري لهذه البرمجيات في التزويد بعدة مهام، منها: التحكم في الوصول للموارد، وتوفير الأمان، وإتاحة الوصول إلى البيانات، بما في ذلك قواعد البيانات والمستودعات والمكتبات الرقمية المتنوعة، بالإضافة إلى وسائل التخزين المتعددة.

يعود استخدام مصطلح الحوسبة الشبكية (grid computing) إلى عقد التسعينيات حينما قدَّم كلٌّ من أيان فوستر (Ian Foster) وكارل كيسيلمان (Carl Kesselman) عملهما المميز والموسوم بالعنوان: (الشبكة: مخطط عمل لبنية تحتية حاسوبية جديدة – The Grid: Blueprint for a new computing infrastructure) وكان ذلك في عام ١٩٩٩. ومنذ ذلك الحين توالت القفزات التقنية الكبيرة في مجال الحوسبة الشبكية، بفضل الدعم اللامحدود لمشاريع ضخمة تمَّ دعمُها من قِبل حكومات وشركات منتشرة حول العالم. ومن أبرز المشاريع التي ساعدت في سنِّ معايير الحوسبة الشبكية وتطوير البرمجيات الوسيطة فيها: مشروع European Grid Infrastructure (EGI)، ومشروع Open Middleware Infrastructure Institute Europe (OMII-Europe)، ومشروع Enabling Grids for E-sciencE (EGEE, EGEE II and EGEE III)، ومشروع European Middleware Initiative (EMI)، ومشروع World Community Grid، بالإضافة إلى العديد من المشاريع الأخرى التي أثرت في تطوُّر الحوسبة الشبكية في العديد من البلدان المتفرقة؛ ففي الولايات المتحدة الأمريكية هناك مشروع شبكة العلم المفتوحة (Open Science Grid)، وفي ألمانيا هناك مشروع مبادرة الشبكة الألمانية (D-Grid)، وفي بريطانيا هناك مشروع للحوسبة الشبكية يُسمَّى (GridPP). وقد أسهمت كل هذه المشاريع، بالإضافة إلى مشاريع أخرى في مجال الحوسبة الشبكية، في تأسيس العمل العلمي والتجاري لهذا النوع من الحوسبة، وفي تمهيد الطريق أيضاً لظهور نوع آخر من الحوسبة هو الحوسبة السحابية، وبالتحديد فيما يتعلق بالخصائص المشتركة بين كلٍّ من الحوسبة الشبكية والحوسبة السحابية؛ كالوصول عبر الشبكة، وتجميع الموارد الحاسوبية، والقابلية للتوسُّع والتمدُّد، والمرونة.

تعتمد الحوسبة الشبكية في عملها على طبقة وسيطة من البرمجيات يتم تثبيتها على الموارد الحاسوبية المرتبطة بالشبكة، وتقوم هذه الطبقة بالقيام بمهام رئيسية؛ كتوزيع الأحمال بين الموارد، ووظائف تنسيق الأعمال، والتحكم في الأعطال في حال حدوثها، وعمل

التهيئة البرمجية المطلوبة عند الحاجة لها. وقد أدَّى هذا التطوُّر في التحكم والتنسيق والتوزيع إلى تطوير تقنيات الحوسبة السحابية، والتي سيأتي ذكرها في الفصول القادمة؛ ولهذا السبب يُصنِّف البعض الحوسبة السحابية على أنها تسلسل طبيعي لمبادرات الحوسبة الشبكية التطويرية.

٥/١/١ الحوسبة السحابية (Cloud Computing):

في الحوسبة السحابية، يمكن مشاركة وتخزين البيانات والبرامج والوصول إليها عبر شبكة الإنترنت من أي مكان، باستخدام أي جهاز إلكتروني مُهيَّأ لذلك، وفي أي وقت، وبحجم تخزين وسرعة وصول غير محدودين، وتمثل بديلاً حديثاً للطرق التقليدية المحدودة في الحجم والسرعة والوصول. ويُعرِّف المعهد الوطني للمعايير والتقنية (NIST) الحوسبة السحابية بأنها "عبارة عن نموذج يهدف إلى تمكين الوصول إلى الشبكة الحاسوبية، بناءً على طلب المستفيد، بشكل مريح ومن أي مكان، حيث يوجد تجمُّع مشترك من الموارد الحاسوبية المجهزة (على سبيل المثال لا الحصر: الشبكات، والخوادم، وأماكن التخزين، والتطبيقات، والخدمات الإلكترونية)، التي يمكن توفيرها ونشرها بأقل جهد إداري ممكن، وبدون تدخُّل من مزوِّد الخدمة" (Mell and Grance, 2011).

إنَّ توجُّه مفهوم الحوسبة نحو السحابة من مبدأ الحوسبة الشبكية جاء مدفوعاً بالعديد من العوامل التقنية والاقتصادية وحاجات العميل المستفيد. تقنياً، فقد حفَّز الانخفاض النسبي في تكلفة التجهيزات المادية (hardware) مزودي الخدمات التقنية على تبني المزيد والمزيد من القدرات الحاسوبية الهائلة؛ كالخوادم السريعة، والسعات التخزينية الكبيرة، وبناء الشبكات الإلكترونية السريعة. مكنّت هذه القدرات الحاسوبية الكبيرة من ظهور فرص لتطوير تطبيقات حديثة تحقِّق متطلبات العميل بشكل أكثر فعالية، فعلى سبيل المثال: التطبيقات التفاعلية المتنقلة (mobile interactive applications)، وتطبيقات ذكاء الأعمال (BI applications)؛ بغرض تحليل البيانات الكبيرة (big data analytics)، والخروج بأنماط مفيدة للمستفيد أو العميل. أمَّا اقتصاديًّا، فإن فكرة عرض القدرات الحاسوبية بكل أشكالها كخدمة (service) ساعد في توسيع شريحة العملاء (أو المستفيدين) لتشمل عددًا أكبر من الأفراد والشركات والمؤسسات الصغيرة والمتوسطة التي لا تستطيع تحمُّل تكاليف إنشاء مراكز بيانات مستقلة بقدرات حاسوبية مناسبة لإنجاز أعمالهم.

إنَّ من ضمن الاختلافات الرئيسة بين الحوسبة السحابية والحوسبة الشبكية هو أنَّ الحوسبة الشبكية تسعى إلى توظيف العديد من الحاسبات بشكل متوازٍ للوصول إلى حلول لمسائل معقدة؛ في حين تتجه الحوسبة السحابية إلى استغلال موارد حاسوبية متعددة ومتنوعة لتقديمها كخدمة إلى المستفيد النهائي. إضافة إلى ذلك، فإن تكييف الحوسبة السحابية تجاريًّا لتتماشى مع رغبات عملاء ومستفيدين بحاجات مختلفة يشكِّل اختلافاً رئيسياً بين الحوسبة الشبكية والسحابية. هناك العديد من الخصائص التي جعلت من الحوسبة السحابية فريدةً من نوعها وشائعة الاستخدام. فعلى سبيل المثال، يتمُّ قياس مستوى استخدام الموارد الحاسوبية المتاحة للمستفيدين، ومن ثَمَّ يقوم هؤلاء المستفيدون بدفع الأجر المقابل لهذا الاستخدام فقط. إضافةً إلى ذلك، تدعم وتتكيف الحوسبة السحابية مع التغيرات المستمرة في متطلبات المستفيدين دون أن يؤثِّر ذلك في أداء السحابة ومواردها المتاحة، كما يستطيع المستفيد الوصول الميسر إلى موارد السحابة من خلال أي جهاز إلكتروني متاح له، سواءً كان حاسوباً مكتبيًّا أو متنقلاً أو هاتفاً نقالاً أو لوحاً إلكترونياً؛ الأمر الذي يوسِّع شريحة المستفيدين من الخدمات المقدَّمة من خلال السحابة.

ومن الخواص التي تُميِّز الحوسبة السحابية:

- تخفيض التكاليف المرتبطة بالاستثمار في البنى التحتية التقنية، حيث يتحول الإنفاق المالي من رأسمالي يتم دفعُه مرة واحدة مقابل امتلاك البنية التحتية التقنية إلى إنفاق مالي تشغيلي يتم دفعه مقابل الاستخدام الفعلي للبنية التحتية التقنية لمدة محدودة حسب حاجة العميل.
- خاصية استقلالية الجهاز المستخدَم والموقع تمكِّن العملاء من الوصول للخدمة باستخدام مستكشف ويب مناسب (web browser)، بغض النظر عن موقعهم، أو الجهاز الإلكتروني المستخدَم.
- سهولة صيانة تطبيقات وخدمات الحوسبة السحابية؛ لعدم الحاجة إلى تنصيبها على كل جهاز خاص بالعميل، إذ يمكن الوصول إليها من أماكن متعددة.
- سهولة مراقبة أداء خدمات الحوسبة السحابية بوجود تطبيقات تقوم بعرض مؤشرات الأداء (KPIs) المناسبة لكل خدمة مُقدَّمَة.
- المرونة والرشاقة (agility) في تمكين العميل من زيادة وتخفيض الموارد الحاسوبية التي يحتاجها، وفي أي وقت يحتاجه.

- ارتفاع مستوى الاعتمادية، ويعود ذلك إلى خاصية توافر مواقع تقنية متعددة يمكن أن تؤدي الخدمة نفسها؛ الأمر الذي يرفع مستوى الإتاحة واستمرارية الأعمال، والتعافي من الكوارث في حال حدوثها.
- إمكانية مشاركة الموارد الحاسوبية من عدة عملاء مستقلين عن بعضهم البعض؛ مما يسمح بمشاركة التكاليف المادية أيضاً، كما يؤدي ذلك إلى تحسين مستوى الاستخدام والكفاءة للموارد الحاسوبية، خصوصاً في تلك الحالات التي لا يكاد يتخطى مستوى الاستخدام فيها ١٠% إلى ٢٠%.

٦/١/١ الحوسبة الحيوية (BioComputing):

تقوم أنظمة الحوسبة الحيوية بالتعرُّف على الجزيئات المشتقة حيوياً، مثل الدي إن أي (DNA) والبروتينات، لأداء مجموعة من العمليات الحسابية وبناء تصاميم حيوية تحاكي الواقع، الأمر الذي يتطلب عمليات حاسوبية مكثفة؛ كتخزين واسترجاع ومعالجة البيانات بغرض الوصول إلى حل مسألة حيوية معينة.

تسهم الحوسبة الحيوية في توفير المعلومات النظرية والأدوات العملية للعلماء حتى يتمكنوا من الاستكشاف والتعرف من كثب على خصائص كلٍّ من الدي إن أي (DNA) والبروتينات. ويمثل كلٌّ من الدي إن أي (DNA) والبروتينات مكونين رئيسين في تركيبة الجزيئات؛ لذا فإنَّ وظيفة كل جزيء تعتمد كليًّا على الترتيب أو التسلسل الذي يتخذه كلٌّ من الدي إن أي (DNA) والبروتينات. ولهذا فإن العلماء يسعون إلى توظيف الحوسبة الحيوية بغرض ابتكار تسلسل أو ترتيب معين يخدم تطبيق حيوي محدد محاكاةً لعلم الأحياء. إن الهدف الرئيس من استخدام الحوسبة الحيوية هو الوصول إلى فهم أفضل للحياة عموماً، واستكشاف مسببات الأمراض وكيفية الاستشفاء منها.

ومن أبرز النجاحات المرتبطة بالحوسبة الحيوية هو ظهور تطبيقات وبرمجيات مفيدة تمَّ اشتقاقها من الوصول إلى فهم أفضل لطبيعة عمل جسم الإنسان. على سبيل المثال، فإن الشبكة العصبية (neural networks) يتمُّ تصميمها لتحاكي بنية الدماغ البشري من أجل إبداع ذكاء اصطناعي مماثل للذكاء البشري، حيث تحتوي هذه الشبكة على وحدات معالجة مشابهة للخلايا العصبية، وروابط بين وحدات المعالجة تشابه المحاور الرابطة بين الخلايا العصبية. ومن أبرز استخدامات الشبكة العصبية هو توظيفها لغرض تصنيف البيانات والتنبؤ بمخرجاتها (Alhayyan et al., 2017). كما تمثل الخوارزمية الجينية (genetic algorithm)

مثالاً مميزاً لتوظيف الحوسبة الحيوية كذكاء اصطناعي. وتحاكي هذه الخوارزمية النمو والتحوُّل الجيني داخل جسم الإنسان من جيل إلى جيل آخر. لذا يتم استخدام مبادئ مهمة في هذه الخوارزمية؛ كالتوريث (inheritance)، والتحوُّل الحيوي (mutation)، والانتقاء (selection). وعادةً ما يتم استخدام هذه الخوارزمية في مسائل البحث والتحسين (search and optimization problems).

٧/١/١ الحوسبة المتنقلة (Mobile Computing):

تُمثِّل الحوسبة المتنقلة تفاعلاً بين الإنسان والحاسب/الجهاز الإلكتروني، حيث يُمكن للإنسان أن يستخدم هذا الحاسب/الجهاز الإلكتروني خلال تنقلاته من مكان إلى آخر، ويكون في الوقت نفسه متصلاً بالعالم الخارجي؛ الأمر الذي يعني أنه أثناء التنقل يمكن أن يتم إرسال واستقبال البيانات والصوت والفيديو.

تستلزم الحوسبة المتنقلة ثلاثة مكونات أساسية، هي: الاتصال المتنقل، والتجهيزات المتنقلة، والبرمجيات المتنقلة. أمَّا الاتصال المتنقل فينبغي أن يشتمل على شبكة مخصصة بها بروتوكولات شبكية معينة تتحكم في الاتصال المتنقل وتديره، وبهيئة معينة للبيانات باستخدام تقنيات موظفة لهذا الغرض. أما التجهيزات فتشتمل على الأجهزة أو الحواسيب المتنقلة. وتتعامل البرمجيات المتنقلة مع خصائص ومتطلبات التطبيقات المتنقلة.

وعادةً ما تكون تلك الأجهزة المتنقلة أصغر نسبيًّا في الحجم مقارنةً بالأجهزة أو الحاسبات المكتبية، ويكون الاتصال فيما بينها عبر وسيط لاسلكي. ولقد مهَّد الاتصال المتنقل للتطبيقات الصوتية (على سبيل المثال، الهواتف المحمولة) الطريقَ لبروز الحوسبة المتنقلة، وشهد تطوُّراً هائلاً ونمواً كبيراً في كل الاتجاهات، بما في ذلك الزيادة المطَّردة لعدد المشتركين في استخدام الهواتف المحمولة، وبالتالي الشبكات اللاسلكية في السنوات الأخيرة. إنَّ التطوُّر والتوسُّع لهذه التقنية لا يقتصر فقط على إرسال واستقبال الصوت، بل يتعداه ليشمل إرسال واستقبال البيانات عبر الشبكات اللاسلكية باستخدام أجهزة صغيرة يسهل التنقل بها؛ كالهواتف الذكية (smartphones). ومع بروز الحوسبة المتنقلة، ظهرت الكثير من التطبيقات المفيدة والمبنية على مبدأ الاتصال اللاسلكي، فعلى سبيل المثال، يُعتبر الاتصال المرئي من أهم التطبيقات التي يفضِّل الناس استخدامها كبديل للاتصال الصوتي على هواتفهم المتنقلة. ومن أمثلة تلك التطبيقات: تطبيق الفيس تايم (FaceTime)، والتانقو (Tango)، وسكاي بي (skype)، والعديد من التطبيقات الأخرى.

إنَّ من أهم الخصائص التي تتصف بها الحوسبة المتنقلة، هي:

- القابلية للتنقل: وتشير إلى إمكانية الانتقال بالجهاز الوسيط من مكان إلى آخر، مع استمرار عمله في استقبال ومعالجة وإرسال البيانات بكل أنواعها (النصّ، والصوت، والصورة، والفيديو).
- الاتصال: ويشير إلى القدرة على البقاء في وضع اتصال دائم، وبمقدار معقول من التأخر أو التوقف عن الاتصال، دون أن يكون لحركة الجهاز تأثيرٌ مهمٌّ على الاتصال.
- التفاعل المجتمعي: يساعد بقاء المستخدم متصلاً بالشبكة في المحافظة على مستوى المشاركة المجتمعية مع المستخدمين الآخرين.
- الخصوصية الفردية: تشير إلى إمكانية تكييف هذه التقنية لتلائم حاجات الفرد المستخدِم.

ومن أهم الأجهزة المستخدمة في الحوسبة المتنقلة: الحاسب المتنقل (laptop)، والهاتف الذكي (smartphone)، والإنسان الآلي (robot)، واللوح الإلكتروني (tablet).

٨/١/١ الحوسبة الكمية (Quantum Computing):

تعتمد سرعة المعالجة في الحاسب الآلي على مدى إمكانية حشر أكبر عدد ممكن من الترانزستورات (transistors) في مساحات صغيرة داخل الدوائر المتكاملة (integrated circuits) الواقعة داخل المعالِج، الأمر الذي يسمح بمضاعفة قدرة المعالجة للحاسب الآلي. لسوء الحظ، فإن هناك سقفًا للمساحة المكانية لا يمكن عند الوصول إليه الاستمرار في زيادة عدد الترانزستورات. هذا العائق دفع العلماء للبحث عن حلول بديلة يمكن معها الاستمرار في زيادة القدرة والسرعة في المعالجة الحاسوبية.

تقدِّم الحوسبة الكمية حلاً نظرياً بديلاً يوظِّف مبادئ خاصة بظواهر فيزيائية تُعرف بالميكانيكا الكمية؛ كالتراكب (superposition)، والتماس (entanglement)، لأداء العمليات على البيانات. تُعتبر الحاسبات الكمية مختلفة عن الحاسبات التقليدية التي تعتمد في تعاملها مع البيانات على النظام الثنائي، حيث يتم ترميز البيانات باستخدام أرقام ثنائية هي (٠ و١) تمثل حالتين محددتين لوجود إشارة (١) أو عدم وجودها (٠). بينما يتم في الحوسبة الكمية استخدام كمية من النبضات أو الإشارات تُسمَّى كيوبت (qubits) بشكل

متراكب أو متماس، الأمر الذي يسمح بزيادة إمكانية تمثيل المعلومات بشكل أكبر مقارنةً بالحوسبة التقليدية.

نظريًّا، فإن الحاسبات الكمية تُعتبر أسرع بملايين المرات من أسرع وأقوى الحاسبات الضخمة في عالم اليوم، ويعود ذلك إلى أن الحاسبات الكمية تعمل بشكل مختلف تماماً عن الحاسبات التقليدية، والتي تعتمد على السيليكون في عملها. وعلى الرغم من ذلك، فإن الحوسبة الكمية لما يتم بعدُ اعتمادُها كبديل معتمد لحاسبات اليوم؛ لوجود الحاجة لإجراء الكثير من الاختبارات عليها قبل اعتمادها.

٩/١/١ الحوسبة البصرية (Optical Computing):

تُستخدم أنظمة الحوسبة الضوئية الفوتونات (الفوتون هو وحدة الكم الضوئي) في الضوء أو في الأشعة تحت الحمراء (infrared)، بدلاً من الإلكترونات في التيار الكهربائي، لإجراء العمليات الحاسوبية الرقمية. ومن المتعارف عليه أن التيار الكهربائي يجري بسرعة تقارب ١٠% من سرعة الضوء، الأمر الذي يحدُّ من معدل نقل وتبادل البيانات عبر مسافات طويلة. ويمثل هذا العائق أحد دوافع بروز الألياف البصرية كوسيلة تُستخدم في نقل البيانات بسرعة أكبر. يمكن زيادة سرعة أداء العمليات في الحاسبات بعشر مرات مقارنةً بالحاسبات التقليدية في عالم اليوم، عند توظيف وتطبيق المزايا والخصائص الموجودة في الضوء والأشعة تحت الحمراء بشكل صحيح.

وعلى الرغم من الخصائص الواعدة في استخدام الأشعة الضوئية لنقل وتبادل البيانات، إلا أن توظيف هذه التقنية لمَّا يصل بعدُ إلى مرحلة النضج والاستخدام التجاري على نطاق واسع. ومع ذلك فهناك استخدامات معروفة للتقنية البصرية تتمثل في استخدام سواقات السي دي روم (CD-ROM)، والطابعات الليزرية، ومعظم آلات التصوير والماسحات الضوئية. الجدير بالذكر أن جميع هذه الأمثلة ليست ضوئية بمكوناتها بشكل كامل حيث إنَّها تعتمد إلى درجة معينة على مكونات تقنية تقليدية؛ مما يحدُّ من سرعة أدائها.

١٠/١/١ حوسبة النانو (Nano-Computing):

تشير حوسبة النانو إلى الأنظمة الحاسوبية التي تتكون في تركيبها المادي من أجزاء صغيرة جداً، يتم قياسها بوحدة القياس النانومتر (النانومتر = $١٠^{-٩}$ متر). في المستقبل المنظور، ومع ازدياد الاهتمام بتقنية النانو، قد يصل حجم المكونات الداخلية للحاسبات الإلكترونية، على

سبيل المثال الدوائر المتكاملة (IC)، إلى شكل صغير جداً يُقاس بعدة نانومترات، وهو الحجم الذي يقارب حجم الجزيء الواحد.

بشكل عام، تعمل كل الحاسبات الإلكترونية بمبادئ الفيزياء الأساسية. وللتوضيح، فإن الحاسبات المعاصرة تُمرِّر التيار الكهربائي من خلال عشرات الملايين من الترانزستورات التي تغطي مساحة تُقدَّر بعدة سنتيمترات من السيليكون. لو نجحنا في تقليص حجم أبعاد جهاز إلكتروني معين بمقدار ١٠ أو ١٠٠ مرة، فذلك يعني زيادة بمقدار ١٠٠ إلى ١٠٠٠٠ مرة في أداء الدوائر المتكاملة. بالتالي فإن هذه الدوائر سوف تستهلك مستوى أقلَّ من الطاقة الكهربائية، وتزيد فترة حياة البطارية المزودة بالطاقة، ويتقلص الحجم بشكل عام، بما في ذلك المروحة المستخدمة في التبريد. أيضاً، سوف تزيد سرعة معالجتها بشكل لافت، وتزيد سرعة إجراء العمليات الحسابية. وكنتيجة لذلك، تصبح الحاسبات السريعة المحتوية على مكونات النانو أكثر دقةً في تنفيذ التطبيقات المنوطة بها؛ كالتنبؤ بأنماط الطقس المختلفة، والتعرف على الأشكال المعقدة في ملفات الصور، والتقدم في مجال الذكاء الاصطناعي.

إن التطبيق الناجح لحاسبات النانو يرتبط ارتباطاً مباشراً بمبدأين اثنين، هما: (١) الحجم المادي للمكونات الإلكترونية الداخلية والأنابيب النانونية الرابطة بينها، و(٢) التكامل الناجح فيما بين تلك المكونات. أما الحجم المادي فينبغي السعي إلى النجاح في تخفيض أبعاد المكونات الإلكترونية لتشغل حيزاً لا يتجاوز عدة نانومترات. أما التكامل بين تلك المكونات الصغيرة فهناك نقطتان مهمتان ينبغي التركيز عليهما: الأولى، تتعلق بتصنيع أنماط عشوائية معقدة كثيرة لكل مكون إلكتروني صغير بهدف الوصول لنمط ناجح؛ الأمر الذي قد يكون اقتصادياً مُكلِّفًا، وفي بعض الأحيان غير ممكن. الثانية، ترتبط بحقيقة أن حاسبات النانو تحتوي على كمية كبيرة جداً من المكونات الإلكترونية الصغيرة؛ الأمر الذي يتطلب جهداً كبيراً بغرض التنسيق والتكامل فيما بينها. كل هذه القضايا المهمة هي حالياً تحت نظر الباحثين عملاً وتطبيقاً، من أجل الوصول لواقع ناجح لحاسبات النانو.

٢/١ دوافع ظهور الحوسبة السحابية:

جاء ظهور الحوسبة السحابية كنتاج للتطوُّر والتقدُّم الذي مرَّت به التقنية في عدة مراحل، ابتداءً من ظهور الحاسبات الأولى التي تعود إلى سنوات ماضية. ويُعتبر هذا التطور تحديداً نتيجةً طبيعية للمرور بعدة مراحل كانت مؤثرة في خصائصها والتقنية الحديثة المصاحبة لها، فمن مرحلة الحاسبات المركزية (mainframe)، إلى مرحلة الخادم والعميل

الموزعة (distributed client-server) التي شاعت بظهور الحاسبات الشخصية، ثم إلى مرحلة الإنترنت حيث يتمكن الأفراد والمنظمات على حدٍ سواء من الاتصال بالعالم الخارجي من خلال شبكة حاسوبية تمتد عبر الكون. ولا شك أن بروز ومن ثَمَّ شيوع كل مرحلة لاحقة يأتي مدفوعاً بعائق أو قصور في مرحلة سابقة؛ مما يساعد في ظهورها، وسنعرِّج بشكل مقتضب على أبرز تلك المراحل التي مرت بها التقنية، وصولاً إلى الحوسبة السحابية.

أولاً، شكلت أنظمة الحاسبات المركزية مرحلةً بارزة وانطلاقة مهمة في معالجة البيانات عموماً. ويتكون نظام الحاسبات المركزية من مضيف (host) وطرفيات (terminals)، وقد يصل عدد الطرفيات فيه إلى عدة مئات أو آلاف، إلا أن الطرفيات بطبيعتها ليس لديها القدرة على المعالجة (processing)، حيث إنَّ المعالجة تحدث بشكل مركزي لدى المضيف؛ ولذلك يُطلق على هذا النوع من الحوسبة "الحوسبة المركزية"، ويُلاحظ أن الطرفيات تُعتبر وحدات إدخال وإخراج في الوقت نفسه، وليس لديها القدرة على المعالجة بنفسها، أي أنه لا يوجد لديها معالج خاص بها فقط، أو ما يُسمَّى معالجاً محليًّا (local processor). في مرحلة الحاسبات المركزية، يتم إدارة التطبيقات والأنظمة والتحكم فيها بشكل مركزي، حيث يتمتع المشرف العام على الحاسبات المركزية بصلاحية مطلقة ووحيدة لتوزيع صلاحيات الوصول إلى البيانات والأنظمة على المستخدمين ذوي العلاقة، ولا يمكن أن يتم إنجاز مهمة معينة على هذه التقنية دون أن يتم المرور من خلال هؤلاء المشرفين، الشيء الذي يُعدُّ في بعض الأحيان عائقًا كبيرًا عن إنجاز الأعمال. من ناحية أخرى، فإن مستوى الأمان للموارد المهمة كالبيانات والتطبيقات والأنظمة المشغلة يُعتبر عاليًا جداً؛ مما يعني مستوى أقلَّ من المخاطر.

ثانياً، جاءت مرحلة الحاسبات الشخصية كمرحلة لاحقة للحاسبات المركزية، وفيها شعر مستخدمو التقنية بالتمكين والاستقلالية، والقدرة على توزيع مهام العمل المتعددة عبر عدة حاسبات عادةً ما تكون مستقلةً عن بعضها البعض، بدلاً من المرور عبر بوابة واحدة قد تكون نقطة واحدة قابلة للعُطل في أي وقت (الحاسب المركزي). بالرغم من ذلك، فإن هذه المرحلة جاءت على جانبين اثنين: إيجابي، وسلبي. إيجابيًّا، كانت هذه الحاسبات الشخصية بأنظمتها المصاحبة لها قد تمّ بناؤها بتكلفة مادية أقل، وسرعة معالجة أكبر، وبمميزات متعددة أخرى. أما سلبيًّا، فقد صاحَب اكتسابَ المرونة والرشاقة في معالجة المهام وتوزيعها نقصٌ في كفاءة حوكمة الأداء، وفي مستوى الأمان عند المقارنة بالحاسبات المركزية. بعد ظهور الحاسبات الشخصية، بدأ علماء علوم الحاسب الآلي في تطوير أساليب حوسبة تسمح بالاستفادة من قدرة الجهاز العميل، الذي عادةً يكون عبارة عن حاسب متكامل، وليس

فقط طرفية على المعالجة كما هو الحال في بيئة الحاسبات المركزية، حيث تمّ تطوير أساليب للحوسبة الموزعة، ومنها ما يُسمَّى بنموذج الخادم-العميل (client-server model). ويُعرّف الخادم بأنه جهاز فائق القدرة على التخزين، وذو قدرة معالجة كبيرة، ويُستخدَم هذا الجهاز بغرض تخزين ومعالجة البيانات وملفاتها وقواعدها من خلال شبكة حاسوبية، يرتبط بها هذا الخادم مع عملاء وخوادم أخرى، وعادةً ما يحتوي هذا الخادم على برمجيات ذات أغراض متعددة تساعده على أداء المهام المنوطة به. كما يُعرّف العميل بأنه حاسب شخصي مستقل، وفي بعض الأحيان يكون عبارة عن برمجية تتواجد وتتخاطب مع برمجية أخرى خادمة في جهاز واحد لديه القدرة على الوصول إلى خدمة تمَّ تهيئتها وتجهيزها للاستخدام من قِبل جهاز الخادم. ويعتمد نموذج الخادم-العميل على إتمام العمل من خلال تبادل الرسائل بين شقي المعالجة الخادم والعميل. ويُطلق على الرسائل المُرسَلة من العميل الطلبات (requests)، بينما يُطلَق على الرسائل المرسَلة من الخادم الردود أو الاستجابات (responses). ويقوم الخادم بالتجهيز والتهيئة والإعلان عن خدماته المتاحة لعميل واحد أو أكثر، ويستطيع أن يخدم أكثر من عميل في الوقت نفسه باستخدام أسلوب الرسائل. على سبيل المثال، يمكن أن يرسل عميلٌ ما طلباً لاسترجاع صفحة ويب (web page) مخزنة في خادم ما، فيقوم هذا الخادم بالاستجابة للطلب، وبالتالي إرسال محتويات صفحة الويب المطلوبة إلى العميل. ويختلف زمن الاستجابة من طلب إلى آخر اعتماداً على بيئة الخادم-العميل التي يتم فيها الطلب، حيث يمكن أن تكون هذه البيئة عبارة عن شبكة محلية (local area network – LAN)؛ وبالتالي يكون زمن الاستجابة أقل منه في شبكة واسعة (wide area network – WAN)، حيث يتواجد العميل في شبكة محلية مختلفة عن الشبكة المحلية التي يتواجد بها الخادم. وعادةً ما يتم استخدام مصطلح الشبكة الواسعة مرادفاً لمصطلح الإنترنت، والتي تتألف من عدد كبير من الشبكات المحلية مرتبطة ببعضها البعض. الجدير بالذكر أن جميع التطبيقات على شبكة الإنترنت غالباً ما تستخدم نموذج الخادم-العميل.

ثالثاً، بعد ظهور الإنترنت كمرحلة لاحقة لمرحلة الحاسبات الشخصية، تمَّ توظيفها كأداة تقنية مُمكِنة للأفراد والمنظمات لاكتشاف وعرض والاستفادة من الخدمات الإلكترونية المتاحة في العالم الخارجي المرتبط بهذه الشبكة الكبيرة. وبذلك تستطيع المنظمات أن تربط وتُكامل أنظمتها الإلكترونية مع مورديها، كما يستطيع الأفراد العملاء الاتصال بالإنترنت وشراء البضائع والخدمات بشكل ذاتي دون وسيط خلال ٢٤ ساعة في اليوم، و٣٦٥ يومًا في

السنة. إضافةً إلى ذلك أصبح من السهولة بمكان لموردي البرمجيات بشتى أنواعها تسليم خدماتهم الإلكترونية كحلول جاهزة عبر الإنترنت دون الحاجة للحضور شخصياً بغرض إدارة الأجهزة والمعدات الإلكترونية أو البرمجيات في موقع العميل أو المستفيد. لقد صنعت الإنترنت ثورة عالمية كبيرة، حيث أمكن القيام بالأعمال التجارية بكل يُسر وسهولة من أي مكان في العالم، وفي أي وقت. وعلى الرغم من أن هذا الانفتاح التقني الهائل قد جلب معه العديدَ من الفرص من جوانب متعددة؛ تقنياً، واقتصادياً، واجتماعياً، إضافةً إلى جوانب أخرى، إلا أن مستوى تعقيد الأنظمة الإلكترونية قد زاد بشكل واضح قلَّ معه مستوى التحكم والحوكمة؛ مما جعل البيانات والتطبيقات التي تديرها أكثر عرضةً للاختراقات الإلكترونية، الأمر الذي أثار مخاوف العديد من المستخدمين والتردد في الإقدام على التعامل مع الخدمات الإلكترونية المتاحة على الإنترنت. ومع مرور الوقت، بدأت تتبدد هذه المخاوف مع ظهور معايير الاستخدام (standards of use) المناسبة، ونشر أفضل الممارسات المتعلقة بالإنترنت واستخداماتها، وتطبيق الحلول الأمنية التي تحمي البيانات والتطبيقات على حدٍ سواء. هذا النمط في تبنّي أي تقنية يكاد يتكرر مع ظهور أي تقنية جديدة، حيث تُجابه بدايةً بمقاومة الأغلبية من العملاء المستهدفين، ويتم تبنيها من قِبل قِلة من المُخاطرين الذين يكتشفون استخدامهم لها ويحاولون إقناع الآخرين بها، في حين يُفضِّل الآخرون التريث حتى تصبح هذه التقنية الحديثة أكثر نضجاً مع مرور الوقت. ويبدو أن تقنية الحوسبة السحابية تسلك هذا المسار نفسه الذي سلكته تقنية الإنترنت في بداية ظهورها، حيث إنَّ الكثير من المنظمات بكافة أصنافها بدأت تنتقل من السؤال: "لماذا نحتاج الحوسبة السحابية؟" إلى السؤال: "كيف نستخدم الحوسبة السحابية؟".

ولتحديد الدوافع الحقيقية لظهور الحوسبة السحابية، ينبغي مراجعة أسلوب الحوسبة المُتّبع لدى المنظمات والأفراد قبل ظهور الحوسبة السحابية. حيث كان يستلزم من المستفيدين من الحوسبة عموماً، وبالذات المنظمات، إنفاق واستثمار الأموال الطائلة على الموارد الحاسوبية (على سبيل المثال لا الحصر: الشبكات، والخوادم، وأماكن التخزين، والتطبيقات، والخدمات الإلكترونية) من أجل شرائها والاحتفاظ بها في مراكز البيانات المخصصة لها، ومن ثَمَّ الصرف على صيانتها لضمان استمرارية تشغيلها. ويتضح هذا الصرف الطائل من الأموال على الموارد الحاسوبية كلما كبُر حجم أعمال المنظمة؛ نظراً لزيادة حاجتها للقدرة الحاسوبية والموارد المرتبطة بها، وذلك عند المقارنة مع المنظمات الصغيرة أو الأفراد. من جهة أخرى، وبظهور الحوسبة السحابية أصبح الحصول على الموارد والقدرات الحاسوبية

المطلوبة من مورّد أو مزوّد ما أكثر سهولةً ومرونة، وعند الحاجة لها فقط، وفي وقت وجيز، ويكون الدفع فقط لمقدار الاستخدام الذي تمَّ لهذه الموارد الحاسوبية. وبذلك يقلص استخدام الحوسبة السحابية من مستوى الإنفاق والاستثمار مقارنةً بخيار شراء بُنية تحتية تقنية متكاملة والاحتفاظ بها. ويمكن النظر لهذه الظاهرة من ناحية اقتصادية، وذلك بالمقارنة بين مبدأي الإنفاق الرأسمالي والإنفاق التشغيلي، حيث يمثل الشراء والاستثمار في البنية التحتية التقنية والاحتفاظ بها لدى المنظمة إنفاقاً رأسمالياً، ويمثل عبئاً مالياً كبيراً على المنظمة، بينما يمثِّل التوجه للحوسبة السحابية وتبنيها إنفاقاً تشغيلياً؛ لأن الإنفاق يقتصر فقط على مدة الاستخدام المطلوبة، وهو يمثل مبلغاً مالياً أقل بكثير، وبالتالي عبئاً مالياً أقل على المنظمة. هذا التحوُّل الرئيسي في تقديم خدمات الحوسبة جذَب الأنظار لأصحاب المصلحة، وشكَّل دافعاً مهماً للتحوُّل إلى الحوسبة السحابية، وبالذات للمنظمات الصغيرة والمتوسطة؛ لعدم قدرتها على تحمُّل أعباء امتلاك جميع الموارد الحاسوبية التي تحتاجها فعلياً (Vasiljeva et al., 2017)، حيث تقتصر التزاماتها المادية على تكاليف الاستخدام الفعلي فقط، وعلى حجم الطلب (مثال: عدد الوحدات التخزينية المطلوبة من المستفيد، وعدد ساعات استخدام وحدات المعالجة الرئيسية، وسرعة نقل البيانات عبر الشبكة)، وهو المبدأ الذي يُعرف بنموذج الدفع حسب الاستخدام (pay-as-per-use)، ويمكن تشبيه طرق احتساب التكلفة المادية لاستخدام خدمات الحوسبة السحابية بنظيرتها تلك في استخدام الخدمات العامة، كالماء والكهرباء.

ومن الدوافع الأخرى، أن الانتقال إلى الحوسبة السحابية يسهم بشكلٍ جليّ في تقليل الجهود الإدارية المبذولة من جهة المستفيد، حيث تقتصر تلك الجهود على صيانة الأجهزة الحاسوبية المستخدمَة والتحكم فيها للوصول إلى موارد الحوسبة السحابية التي يوفرها المزود دون الحاجة إلى صيانة تلك الموارد أو مراقبتها، أو حتى إعارة أي اهتمام لرخص البرمجيات وصلاحيتها؛ لأنَّ جميعَ هذه المهام هي في الحقيقة من مسؤولية مورّد أو مزوّد خدمات الحوسبة السحابية. إضافةً إلى ذلك، فإن ضمان استمرارية الأعمال يشكِّل هدفاً إستراتيجياً مهماً لكل منظمة، والحفاظ على بيانات وملفات المنظمة الإلكترونية يمثل سنداً أساسياً لضمان استمرارية الأعمال، وبالتالي فإن إحدى فوائد استخدام الحوسبة السحابية هي الحفاظ على البيانات والملفات بشكل مستمر؛ مما يعني أن فقدان الحاسبات الشخصية في مقر العميل أو تلفها لا يشكل هاجساً كبيراً؛ كون البيانات عادةً ما تكون محفوظةً في مكان بعيد غير موقع العميل.

ويوضح مايكل أرمبرست وآخرون (Armbrust at al., 2009) أن من الدوافع المهمة لبروز الحوسبة السحابية التوجهات الحديثة للتقنية وللأعمال، حيث أصبح من السهل للأفراد والمؤسسات الصغيرة والمتوسطة إجراء العمليات التجارية على الإنترنت باستخدام بطاقات الائتمان دون الحاجة لوجود وسيط يقوم بترتيب علاقة تجارية بين البائع والمشتري، على سبيل المثال (VeriSign) أو (Authorize.net)، الأمر الذي يجعل البائع سواءً كان فرداً أو مؤسسة صغيرة يرفض إجراء العملية التجارية باستخدام البطاقة الائتمانية؛ لأنها تستغرق وقتاً طويلاً قد ينفّر العميل، كما أن الوسيط قد يفرض رسماً كبيراً على البائع مقابل خدمة التحقق من البطاقة الائتمانية قبل إجراء العملية التجارية. إلا أنَّ ظهور خدمات حوسبة سحابية، مثل خدمة (PayPal)، كوسيط مرن بين البائع والمشتري جعل من إجراء العملية التجارية آنية التنفيذ، وبدون حاجة لعقد مبرم، وبرسم مادي مقبول على البائع، ويمثل هذا الإجراء تطبيقاً عملياً لمبدأ الدفع حسب الاستخدام (pay-as-per-use).

كما يضيف مايكل أرمبرست أنّ ظهور توجُّه جديد للتطبيقات الحديثة دفع بقوة نحو تبني الحوسبة السحابية، وكوَّن فرصاً جيدة لاستغلالها اقتصادياً. فعلى سبيل المثال، تمثل التطبيقات التفاعلية المتنقلة (Mobile interactive applications) بُعداً جاذباً للحوسبة السحابية، ليس فقط لأن السحابة توفِّر نسبة إتاحة عالية جداً؛ بل لأن الخدمات التي توفِّرها التطبيقات تعتمد على مجموعات كبيرة من البيانات الضخمة، والتي يتم استضافتها في مراكز بيانات ضخمة في السحابة. ومن أمثلة التطبيقات التفاعلية المتنقلة تطبيق خرائط قوقل (Google Maps)، والتي يتم استخدامها للتعرُّف على المواقع وعناوينها وكيفية الوصول لها، سواءً مشياً أو باستخدام الدراجة الهوائية أو السيارة أو الطائرة أو القطار. كما تقدِّم الحوسبة السحابية فرصاً فريدة للتطبيقات الإلكترونية المتعلقة بالمعالجة-الواحدة المتوازية (batch processing)، والمتعلقة بتحليلات (analytics) البيانات الضخمة المجمّعة من عدة مصادر، حيث يتم تحليل حجم ضخم من البيانات يُحسب بالتيرابايت (terabytes) والتي قد تستغرق زمناً طويلاً بالساعات لإنجاز معالجتها، والخروج بمعلومات أو تقارير ذات فائدة للعميل. ويستطيع مستخدم هذه المعالجة الاستفادة من انخفاض تكلفة استخدام السحابة التي توفِّر مئات من الخوادم الحاسوبية لفترة زمنية قصيرة بدلاً من استخدام عدد قليل من الخوادم لفترة زمنية طويلة، بشرط وجود إمكانية المعالجة المتوازية للبيانات المستهدفة. ومن القصص الناجحة لهذا النوع من التطبيقات ما قامت به صحيفة نيويورك تايمز بتوظيف خدمة الحوسبة السحابية المرنة التي توفِّرها أمازون، وهي (Amazon EC2)، بغرض تحويل

صور كاملة من إصداراتها من عام ١٨٥١م إلى عام ١٩٢٢م إلى صيغ (PDF) يسهل معها حفظها وتصفحها. وفي السياق نفسه، قام كبير المهندسين في الواشنطن بوست بيتر هاركينز (Peter Harkins) بتوظيف ٢٠٠ خادم افتراضي (ما يمثل ١٤٠٧ ساعات عمل للخوادم)؛ بغرض تحويل عدد ١٧٤٨١ صفحةً من وثائق السفر الخاصة بوزيرة الخارجية السابقة للولايات المتحدة الأمريكية السيدة هيلاري كلينتون إلى صيغة تكون أكثر سهولةً للاستخدام على صفحات الويب، وكان ذلك بعد ٩ ساعات فقط من نَشْر وثائق السفر.

أخيراً، تشير إحصاءات شركة ستاتيستا الإحصائية (Statista) إلى أن عدد مستخدمي الهواتف المتنقلة حول العالم قد بلغ في عام ٢٠١٤م ما يزيد عن ٤,٢ مليارات، وهو ما يمثل تقريباً أكثر من نصف سكان العالم. هذا العدد الضخم من الاستخدام يحفز بروز خدمات الحوسبة السحابية، والتي من خصائصها العمل من أي مكان، ومن أي جهاز، وفي أي وقت.

٣/١ أهمية الحوسبة السحابية:

تكمن أهمية الحوسبة السحابية، بشكل عام، في مقدرتها على توفير سُبُل الراحة لمستخدميها في مشاركة إنجاز الأعمال، وموثوقية خدماتها المتاحة بضمان استمرارية عملها. في الماضي، كنّا إذا احتجنا إلى نقل ملف إلكتروني من جهاز إلى جهاز آخر، فإنه يستلزم حفظ هذا الملف على ذاكرة متنقلة (مثل: الناقل التسلسلي العالمي USB، أو قرص صلب، أو قرص مدمج CD)، ومن ثَمَّ نقل الذاكرة إلى الجهاز الهدف وحفظه هناك. حالياً، يمكن أن يتم حفظ الملف الإلكتروني المطلوب على السحابة (على سبيل المثال، يتم استخدام تطبيق السحابة المجاني دروبوكس، Dropbox)، الأمر الذي يسمح لنا بالوصول إلى الملف باستخدام أي نوع من أنواع الأجهزة الإلكترونية القادرة على الاتصال بالإنترنت. لقد وفَّرت السحابة إمكانية مشاركة الملفات والصور ومقاطع الفيديو بين الأصدقاء، وبشكل ميسَّر وسهل؛ مما يرفع من مستوى التعاون والمشاركة عبر شبكة الإنترنت ومن مواقع مختلفة حول العالم. ومن جانب آخر، فإنَّ استخدام الحوسبة السحابية يرفع بشكل جليّ مستوى الموثوقية والاعتمادية في ضمان استمرارية الأعمال بدون انقطاع عند حدوث أي طارئ، ويعود ذلك إلى أنه بالضرورة الحتمية يوفِّر مزودو خدمات الحوسبة السحابية نسخًا احتياطية للبيانات الخاصة بالعملاء، وأيضاً بدائل مماثلة للتطبيقات الإلكترونية التي يعمل عليها العملاء، والتي قد يتمُّ اللجوء لها عند انقطاع الخدمة لأي سبب من الأسباب.

ومن العوامل التي تبرز أهمية الحوسبة السحابية كتقنية مختلفة عن غيرها من أنواع الحوسبة، هي تجنيبها للمستخدمين أو العملاء عبءَ إدارة الخدمات المتاحة، وأنها بناء على الطلب، وأنها يمكن أن تأتي عامَّةً أو خاصة.

أما فيما يتعلق بإدارتها، فإن الخدمة المقدمة للعميل يتم تزويدها من قِبل مزود يقوم بإدارتها بالنيابة عن العميل. إذا كنا نستخدم وثائق قوقل (Google Documents)، على سبيل المثال، فإننا لن نحتاج إلى شراء رخصة استخدام برمجية معالجة الكلمات (word processing)، ولن نحتاج إلى التأكد من أننا نستخدم الإصدار الأخير منها. إضافةً إلى ذلك، فإننا لن نحتاج إلى استخدام برمجيات خاصة تضمن عدم إصابة ملفاتنا بفيروسات قد تتسبب في فقد هذه الملفات، وليس هناك حاجة لعمل نسخة احتياطية منها، ويعود ذلك إلى أن قوقل كمزود للخدمة تقوم بكل هذه المهام وإدارتها. وبشكل عام، فإن هناك مبدأً أساسيًّا في الحوسبة السحابية، وهو أنه ليس هناك حاجة للعميل بالتركيز على كيفية تقديم الخدمة المشتراة، بل يتم توجيه انتباه وتركيز العميل على إنجاز المهمة المطلوبة فقط، وترك ما عدا ذلك من مهام لمزود الخدمة.

أما فيما يخصُّ أن الخدمات السحابية تأتي بناءً على طلب العميل، فيعود ذلك إلى تطبيق مبدأ الدفع حسب الاستخدام (pay-as-per-use). وبمعنى أدق، يتم احتساب تكلفة استخدام خدمات الحوسبة السحابية بنفس الطريقة التي يتم بها احتساب تكلفة الخدمات العامة؛ كالكهرباء، وخدمات الهاتف، والوصول إلى الإنترنت. في بعض الأحيان، يتم تقديم خدمات السحابة مجانيةً وبدون مقابل مادي للمستخدمين، فعلى سبيل المثال، خدمة البريد الإلكتروني هوتميل (Hotmail) هي خدمة سحابية مدعومة يتم تقديمها مجانياً لكنها مدعومة مادياً من قِبل الشركات المعلنة عبرها كقناة إلكترونية. وبنفس الطريقة التي يتفاوت فيها استخدامنا لخدمة الكهرباء من يوم إلى آخر، فإن مقدار استخدامنا لخدمات السحابة يمكن أيضاً أن يتفاوت من وقت إلى آخر بناء على طلب العميل، والذي عادةً ما يتم تحديده بناء على حاجته. ولا شك أن هذه الخاصية للحوسبة السحابية تبدو جاذبةً جداً للعميل خصوصاً عندما تتصف حاجة العميل من الموارد الحاسوبية بمستويات متفاوتة لا يمكن التنبؤ بها مقدماً؛ وذلك يعني أنه ليس شرطاً أن يقوم العميل بشراء نظام حاسوبي ضخم ذي تكلفة مادية عالية، ويخاطر بجعله في حالة عدم استخدام لفترات طويلة مدفوعة الثمن.

وأخيراً، فإن أهمية الحوسبة السحابية تبرز في تغييرها الكامل لمبدأ توزيع وتشغيل الموارد الحاسوبية المضمَّنة فيها، حيث يمكن أن تأتي السحابة عامّةً أو خاصة، الأمر الذي يشابه إلى حدٍ كبير طريقة عمل كلٍّ من الشبكة الداخلية (intranet) والشبكة الكبيرة (internet). على سبيل المثال، فإنَّ الخدمة السحابية للبريد الإلكتروني الذي تقدّمه قوقل (Gmail) يبدو من أكثر الأمثلة المألوفة لاستخدام السحابة العامة. في أوائل عام ٢٠٠٦م، أصبحت شركة أمازون (Amazon)، وهي أكبر بائع بالتجزئة في العالم على الإنترنت، أكبر مزود لخدمة الحوسبة السحابية العامة. عندما وجدت شركة أمازون في حينها أنها تستخدم جزءًا بسيطًا جداً فقط من قدرتها الحاسوبية الضخمة والمنتشرة في أرجاء العالم، بدأت في تأجير السعة الفائضة من تلك القدرة عبر الإنترنت، وذلك من خلال كيان جديد اسمه خدمات شبكة أمازون (Amazon Web Services). أما السحابة الخاصة فإنها تعمل بالطريقة نفسها التي تعمل بها السحابة العامة، من حيث الوصول إليها عبر الإنترنت، إلا أنه يُتاح للعميل تخصيص الموارد الحاسوبية التي يطلبها لاستخدامه هو فقط من خلال اتصال شبكي مُؤمَّن ومُخصَّص لاستخدامه؛ مما يجعل هذا الأسلوب في الاستخدام مشابهاً للشبكة الداخلية (intranet). وتتيح شركة أمازون لعملائها الوصول، بناءً على الطلب، إلى السحابة الخاصة الآمنة، المعروفة بمسمَّى السحابة الخاصة الافتراضية (Virtual Private Cloud -VPC)، باستخدام شبكة خاصة افتراضية تُسمَّى (Virtual Private Network -VPN). وسيتطرق الفصل الرابع بشكل مُفصَّل إلى النماذج المستخدمة لنشر وإطلاق السحابة، ومن ضمنها الفروق المهمة بين السحابة العامة والسحابة الخاصة.

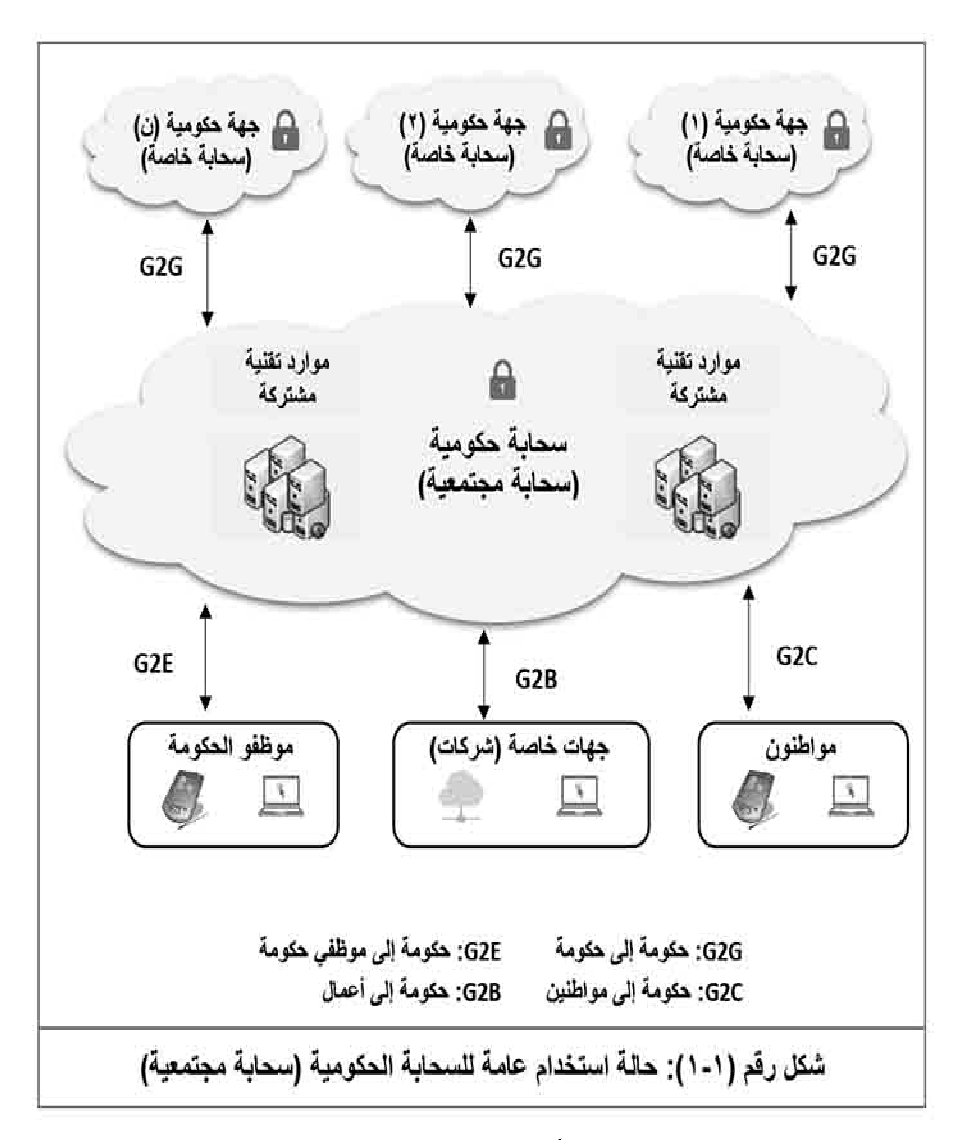
٤/١ المستفيدون من التطبيقات والخدمات السحابية:

تتسع أو تضيق دائرة القطاعات أو الأفراد المستفيدين من أي تقنية حديثة بناءً على الخصائص والخدمات التي توفرها هذه التقنية. وتتسم الحوسبة السحابية بخصائص عديدة عملت على تنويع طبيعة التطبيقات العملية لها؛ الأمر الذي يعني جذب قطاعات واسعة من المستفيدين. ومن أبرز هذه الخصائص الجاذبة أنها خدمة ذاتية وبناءً على الطلب، وأنها سهلة الوصول عبر شبكة واسعة النطاق، وتوفيرها لأنواع متعددة من الموارد الحاسوبية (الخوادم، وأماكن التخزين، والتطبيقات، والخدمات الإلكترونية الأخرى)، ومرونتها السريعة في تخصيص وترك الموارد الحاسوبية المستهدفة، وإمكانية قياس أداء خدماتها المقدمة، وانخفاض تكلفة خدماتها، وارتفاع مستوى موثوقيتها واعتماديتها، بالإضافة إلى العديد من الخصائص الأخرى التي سيتم تفصيلها في الفصل الثاني من هذا الكتاب.

إنَّ تعدُّد خصائص الحوسبة السحابية وعمليّة استخداماتها جذبت إليها قطاعات مهمة اقتصادياً، منها على سبيل المثال: القطاع الحكومي، والقطاع الصحي، وقطاع الاتصالات، وقطاع التربية والتعليم، وقطاع الطاقة، وقطاع النقل، وقطاع الصناعة. وسنتطرق في هذا الجزء بشكل أكثر تفصيلاً إلى كيفية توظيف الحوسبة السحابية في جميع هذه القطاعات.

١/٤/١ القطاع الحكومي:

تؤدي الحوسبة السحابية دوراً مهماً في تحسين كفاءة وشفافية أداء التعاملات الحكومية. ويمكن أن تُسهم أنظمة الحكومة الإلكترونية المبنية على الحوسبة السحابية في تطوير الخدمات المقدمة للمواطنين (G2C) ولقطاع الأعمال (G2B) ولموظفي (G2E) وأجهزة الحكومة الأخرى (G2G)، كما تسهم في تشجيع المشاركة الإلكترونية من جانب الأفراد وقطاع الأعمال في تقديم التغذية الراجعة على التعاملات الإلكترونية الحكومية من خلال القنوات الإلكترونية المتاحة على الإنترنت، مثل المدونات والمنتديات؛ بغرض تطوير التعاملات الإلكترونية الحكومية. ومن أبرز التطبيقات الإلكترونية المبنية على الحوسبة السحابية والتي يمكن الاستفادة منها: متابعة وتسجيل الوقائع الشخصية كالولادة والزواج، ومتابعة وإصدار رُخص القيادة، وتسجيل المركبات، وخدمات الجوازات، وخدمات النقل العام، بالإضافة إلى العديد من الخدمات الأخرى. وتكمن الفائدة من توظيف الحوسبة السحابية لمثل هذه التطبيقات الحكومية في كون هذه التطبيقات قابلةً للتعامُل مع أعداد ضخمة من المواطنين وإنجاز معاملاتهم، ويعود ذلك إلى المرونة السريعة التي توفِّرها الحوسبة السحابية للتوسُّع والانكماش السريع في استخدام الموارد الحاسوبية المطلوبة للإنجاز. كما أن التطبيقات المبنية على السحابة تمكِّن من مشاركة البيانات ذات العلاقة بالمواطنين بين كل الأجهزة الحكومية ذات العلاقة. يوضح الشكل رقم (١-١) حالة استخدام عامة للسحابة من قِبَل الحكومة.



شكل رقم (١-١): حالة استخدام عامة للسحابة الحكومية (سحابة مجتمعية)

وقد نالت الحوسبة السحابية اهتماماً من قِبل حكومة المملكة العربية السعودية، حيث يقدِّم برنامج يسّر للتعاملات الإلكترونية الحكومية (أحد برامج وزارة الاتصالات وتقنية المعلومات) مبادرة السحابة الإلكترونية الحكومية كإحدى المبادرات في الخطة التنفيذية الثانية للتعاملات الإلكترونية الحكومية تحت مسار البنية التحتية. وتُقدِّم هذه المبادرة

للقطاعات الحكومية خدماتٍ جاهزةً ذات فعالية واعتمادية وأمنية عالية، سواءً من ناحية البنية التحتية أو منصات التكامل والربط البيني أو التطبيقات الوطنية المشتركة. ويُنظَر إلى الخدمات السحابية التي يتم تقديمُها من خلال هذه المبادرة إلى أنها تتصف بخصائص، هي: أن تكون ذاتية دون تدخُّل بشري، وضمن قائمة ثابتة ومعرفة من الخدمات، ومن خلال واجهة قياسية لطلب الخدمة ومتابعتها، وأن تكون معتمِدة على تجميع الموارد، وأن تكون مرنة وسريعة، وذات مؤشرات أداء خاضعة لاتفاقية مستوى الخدمة (SLA). وتهدف هذه المبادرة إلى تأسيس سحابة إلكترونية حكومية لتقديم الخدمات المشتركة للقطاعات الحكومية عبر بيئة ذات فاعلية واعتمادية وأمنية عالية. وتشمل المبادرة تعزيز ما تمَّ إنجازه وإكمال ما بقي للخدمات السحابية على مسارات البنية التحتية والمنصات والتطبيقات، على أن تنطبق عليها الخصائص المذكورة سابقاً. وفيما يلي يتم استعراض قائمة بأسماء الخدمات والمنصات والتطبيقات المستهدفة في هذه المبادرة، على أن يتم التفصيل فيها في الفصل الثاني عشر من هذا الكتاب:

أولاً-مسار البنية التحتية كخدمة (IaaS)، ويشمل:

- مركز بيانات التعاملات الإلكترونية الحكومية.
- خدمات الربط الشبكي الآمن (وتُسمَّى الشبكة الحكومية الآمنة -GSN).
- خدمات التعافي من الكوارث.
- خدمات الاستضافة المؤقتة والدائمة.
- خدمات الصوت والصورة.

ثانياً-مسار المنصات كخدمة (PaaS)، ويشمل:

- خدمات منصة الهيكلية المؤسسية.
- خدمات منصة التكامل (وتُسمَّى قناة التكامل الحكومية -GSB).
- خدمات منصة إدارة الإستراتيجية.
- خدمات منصة التواصل (ويُسمَّى بنظام الرسائل النصية الحكومية -تراسل).
- خدمات منصة إدارة المشاريع.

- خدمات منصة تطوير النظم.
- خدمات منصة إدارة الخدمات.
- خدمات منصة دعم الخدمات (ويُسمَّى مركز الاتصال الوطني-آمر).

ثالثاً-مسار التطبيقات الوطنية المشتركة كخدمة (SaaS)، ويشمل:

- نظام المراسلات الموحَّد (ويُسمَّى بنظام المراسلات الحكومية الإلكتروني – مراسلات).
- نظام المشتريات الموحَّد (ويُسمَّى بمشروع المشتريات الحكومية الإلكترونية).
- نظام تقديم الجامعات الموحَّد.
- نظام إدارة الموارد (ويُسمَّى بنظم تخطيط الموارد الحكومية (موارد)-GRP).
- نظام إدارة علاقات العملاء.
- نظام المعلومات الجغرافية (GIS).
- تطبيق التعاملات الإلكترونية الحكومية المتنقلة (معاك).

الجدير بالذكر أن العمل لا يزال جاريًا لإنجاز بعض هذه الخدمات والمنصات والتطبيقات من قِبل برنامج يسّر للتعاملات الإلكترونية الحكومية، بيد أنه تمَّ إنجاز بعضها، حيث يوجد حالياً الخدمات التالية:

أولاً-مسار البنية التحتية كخدمة (IaaS)، ويشمل:

- مركز بيانات التعاملات الإلكترونية الحكومية.
- خدمات الربط الشبكي الآمن (وتُسمَّى الشبكة الحكومية الآمنة -GSN).

ثانياً-مسار المنصات كخدمة (PaaS)، ويشمل:

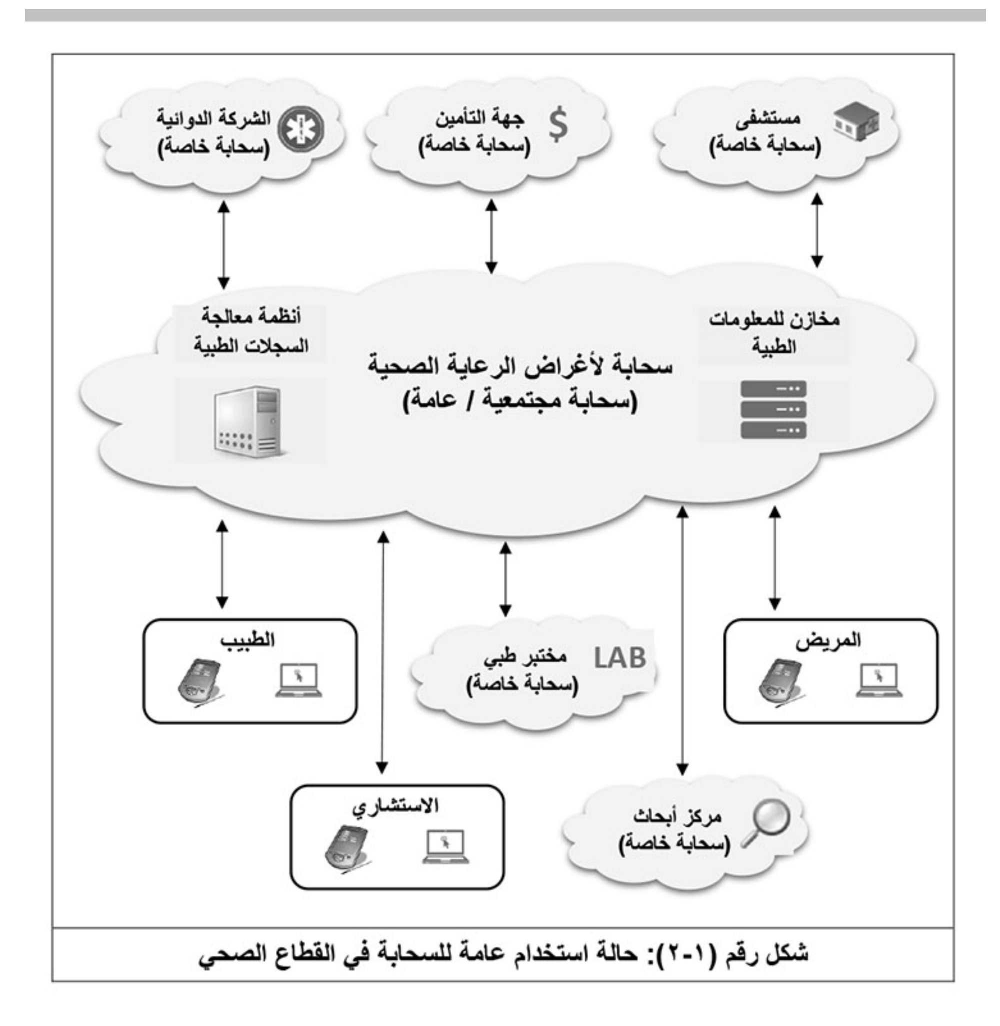
- خدمات منصة التكامل (وتُسمَّى قناة التكامل الحكومية -GSB).
- خدمات منصة التواصل (ويُسمَّى بنظام الرسائل النصية الحكومية-تراسل).
- خدمات منصة دعم الخدمات (ويُسمَّى مركز الاتصال الوطني-آمر).

ثالثاً-مسار التطبيقات الوطنية المشتركة كخدمة (SaaS)، ويشمل:

- نظام المراسلات الموحَّد (نظام المراسلات الحكومية الإلكتروني – مراسلات).
- نظام المشتريات الموحَّد (مشروع المشتريات الحكومية الإلكترونية).
- نظام إدارة الموارد (نظم تخطيط الموارد الحكومية -GRP).
- بوابة القبول الإلكتروني الموحَّد للطلاب في الجامعات الحكومية بمنطقة الرياض.
- تطبيق التعاملات الإلكترونية الحكومية المتنقلة (معاك).

٢/٤/١ القطاع الصحي:

تشتمل أي بيئة إلكترونية مُخصَّصة لأغراض الرعاية الصحية على مجموعة من ذوي المصلحة، حيث تتعامل مع سجلاتهم الطبية المتعددة؛ كالأطباء، والاختصاصيين، والاستشاريين، والمرضى، وشركات التأمين الصحي، والشركات الدوائية، وشركات خدمات تقنية المعلومات. وتستلزم عملية تقديم الرعاية الصحية التعامل مع بيانات ضخمة يمكن أن توجد بأشكال مختلفة (بيانات منظمة أو بيانات غير منظمة) مخزنة في مصادر بيانات متفرقة ومختلفة (على سبيل المثال، مخزنة في قواعد بيانات علاقية أو في ملفات نصية)، وبصيغ ملفات متعددة. عند دخول مريض ما إلى مستشفى، يتم إدخال وتخزين معلوماته في سجل صحي إلكتروني ضمن نظام إلكتروني مصمَّم لهذا الغرض. عندما يقوم الطبيب المختص بتشخيص المريض، يتم إدخال وتخزين معلومات التشخيص هذه (قد تأتي من أجهزة طبية متعددة؛ كجهاز التصوير بالرنين المغناطيسي (MRI)، وجهاز الصور المقطعية المحوسبة (CT) ضمن النظام الإلكتروني نفسه. ويمكن للطبيب المختص أثناء عملية التشخيص استرجاع المعلومات الصحية للمريض وتحليلها بغرض الخروج بالتشخيص الصحيح للمريض، كما يمكن للطبيب مشاركة معلومات المريض مع الاستشاريين المختصين عند الحاجة. ويوضح الشكل رقم (١-٢) كيفية تطبيق بيئة الحوسبة السحابية على القطاع الصحي كحالة عامة.



شكل رقم (١-٢): حالة استخدام عامة للسحابة في القطاع الصحي

إن توظيف الحوسبة السحابية لتشغيل الأنظمة الإلكترونية الخاصة بالرعاية الصحية يمكن أن يقدِّم العديد من الفوائد لأصحاب المصلحة من خلال بيئة إلكترونية متكاملة ومترابطة، بحيث تشمل أنظمة لإدارة المعلومات الصحية، وأنظمة معلومات المختبرات، وأنظمة الطب الإشعاعي (كالأشعة السينية X-ray)، وأنظمة المعلومات الدوائية، بالإضافة إلى العديد من الأنظمة الأخرى. عند توظيف الأنظمة الإلكترونية للرعاية الصحية المبنية على سحابة عامة، فإن المستشفيات لن تحتاج إلى صرف مبالغ طائلة من ميزانياتها على البنية التحتية التقنية، ويعود ذلك إلى أن الحوسبة السحابية تقدِّم خدماتها بناءً على الطلب

حسب مبدأ الدفع مقابل الاستخدام، وبالتالي تتجنب المستشفيات مصاريف التأسيس التقنية التي تشمل المعدات والأجهزة والبرمجيات. كما تتمكن المستشفيات من الوصول بسهولة ويُسر إلى بيانات المرضى المخزنة في السحابة ومشاركتها مع المستشفيات الأخرى عند الحاجة. وبالطريقة نفسها يتمكن المرضى من الوصول إلى بياناتهم الصحية سواءً التاريخية أو الحديثة، والاطلاع عليها من خلال استخدام تطبيقات السحابة كخدمة (SaaS)، باستخدام أي جهاز مهيَّأ لهذا الغرض، ومن ثَمَّ تمرُّ إجراءات الدخول للمستشفى والخروج منه والرعاية الصحية بكل انسيابية. وتتيح السحابة العمل بكل انسيابية أيضاً لكلٍّ من الأطباء وشركات التأمين والشركات الدوائية؛ لسهولة الوصول إلى البيانات المحدثة آنياً والمخزنة في مكان واحد على السحابة.

هناك العديد من الأسماء المعروفة المزوِّدة للخدمات السحابية الصحية، مثل: أوراكل (Oracle)، وساب (SAP)، وآي بي إم (IBM)، التي تقوم جميعها بتقديم حلول متكاملة متخصصة في القطاع الصحي؛ كإدارة البيانات، وتجميع وتحليل البيانات الصحية، والعديد من التطبيقات الطبية، مثل (EMR, HIS, PACS). حسب الموقع الإلكتروني لشركة أوراكل (www.oracle.com)، فإنّ شركة أوراكل تشغِّل الخدمات السحابية بمختلف أنواعها (البرمجيات كخدمة - SaaS، المنصة كخدمة - PaaS، البنية التحتية كخدمة – IaaS) لأكثر من ٥٠٠ مؤسسة رعاية صحية حول العالم، منها ٧٠% من المؤسسات الكبرى في الولايات المتحدة الأمريكية التي تشغِّل أنظمة متعددة المستشفيات. كما أن شركة ساب (www.sap.com) تقدم خدماتها السحابية المتعددة، مثل: خدمات تحليلات الرعاية الصحية والبحوث (HAR)، وخدمات رعاية المرضى، وخدمات تبادُل المعلومات الصحية (HIE). إضافةً إلى ذلك، توجد العديد من الشركات التقنية المتخصصة في تقديم الخدمات السحابية في مجال الرعاية الصحية، مثل شركة أثينا هيلث (AthenaHealth)، وموقعها الإلكتروني (www.athenahealth.com). تقدِّم هذه الشركة نظامَ السجلات الصحية الطبية (EHR) مبنياً على السحابة، وتركِّز بشكل دقيق على أنظمة الفوترة الطبية، وربط المريض إلكترونياً وإدارة التموين الطبي. وكذلك الحال لشركة أُل سكريبت (Allscripts)، وموقعها الإلكتروني (uk.allscripts.com)، التي تقدِّم العديد من الحلول السحابية وتحليلات البيانات والرؤى المستقبلية لأنظمة السجلات الصحية الإلكترونية (EHR) في المستشفيات حول العالم.

٣/٤/١ قطاع الاتصالات:

تؤدي تقنية الاتصالات والمعلومات (ICT) دوراً محورياً في ظهور وبروز استخدامات تقنية الحوسبة السحابية في شتى القطاعات، حيث تمثّل شبكات الاتصالات المتاحة جزءاً مهماً من هيكل السحابة، الذي يوصّل خدمات متعددة إلى مستفيدين متعددين بجودة عالية، وتخصيص أمثل للموارد الحاسوبية المعروضة للاستخدام. إنَّ هذا الدور يُعتبَر ضرورياً لتوصيل خدمات سحابية عالية المستوى؛ كونه يربط بشكل متكامل مراكز بيانات متعددة ومنصات مختلفة من خلال شبكات ليس من الضروري أن تكون متجانسة، وباتفاقية خدمة مضمونة من بدايتها إلى نهايتها. ويمكن النظر إلى هذا الدور المهم من جانبين اثنين: تشغيلي، وتقني. من الناحية التشغيلية، يبرز دور الاتصالات في إمكانية التحكُّم في الشبكة، والصيانة والتشغيل، وإدارة علاقات المستفيدين، وكونها شريكاً موثوقاً، وإمكانية أن تلعب دورًا وسيطًا للسحابة في حال حاجة المستفيد للشراكة مع مزودين آخرين. أما من الناحية التقنية، فيتيح قطاع الاتصالات تقنيات ثابتة ومتنقلة فائقة السرعة تسمح بالوصول الميسر للخدمات والموارد السحابية، كما يتيح تقنيةً شبكيةً تمكِّن التقنية الافتراضية التي تخفي عن العميل تفاصيلَ قد لا تكون مهمة بالنسبة له، كما تمكِّن الشبكةُ خاصيةَ التوسُّع والانكماش الآني للقدرات التقنية حسب حاجة العميل. وبتفعيل خاصية مشاركة الموارد بين عدة عملاء في تقنية الحوسبة السحابية، يساعد قطاع الاتصالات على توفير استهلاك الطاقة تحقيقاً لمبدأ التقنية الخضراء (Green IT) من خلال خصائص تقنية تساعد على مشاركة الموارد التقنية، وعلى موازنة الأعباء فيما بينها، ومن خلال تخصيص المهام، والتحكم والرقابة الذاتية الآنية. وحديثاً، أصبح من الممكن أن تتيح شركات الاتصالات إمكانية جمع معلومات ضخمة من خلال أجهزة الاستشعار؛ مما يوفر على العميل جهوداً وأموالًا طائلة في جَمْع هذه المعلومات.

من ناحية أخرى، فإنَّ الحوسبة السحابية توفِّر فرصة كبيرة جداً لقطاع الاتصالات لتوسيع نطاق حصته في سوق تقنية الاتصالات والمعلومات (ICT). ويمكن تصنيف فوائد الحوسبة السحابية لهذا القطاع بناءً على الدور الذي يقوم به العامل في بيئة الحوسبة السحابية، سواءً كان مزوداً للخدمة أو شريكاً فيها أو مستخدماً لها. ويمكن تلخيص الفوائد العامة للحوسبة السحابية من منظور قطاع الاتصالات في النقاط الرئيسية التالية:

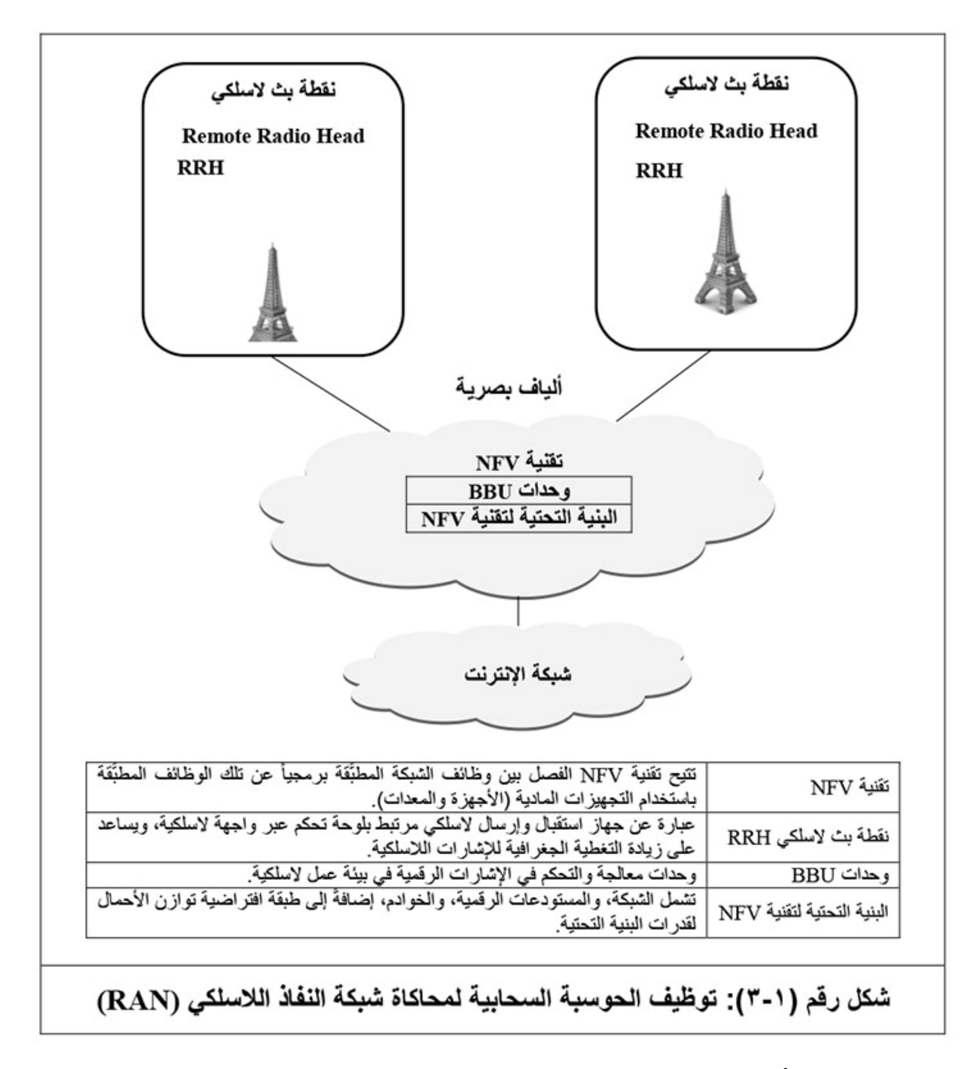
- توفِّر السحابة نموذجاً موسَّعاً لإيصال خدمات التقنية والاتصالات على شكل منصة مُجمَّعة من خلال أي شبكة، سواءً كانت شبكة ثابتة أو متنقلة أو بتغطية دولية، ويمكِّن

هذا النموذج خاصية الاستخدام من قِبل أي جهاز مرتبط بالشبكة، سواءً كان الجهاز حاسباً شخصياً أو تلفازاً أو جهازاً ذكياً أو أي جهاز يمكن أن يرتبط للشبكة.

- توفِّر السحابة نموذج استخدام فريد من نوعه بناءً على الطلب، وقابلًا للمشاركة من قِبل عدة مستخدمين لإيصال مجموعة غنية من خدمات الاتصالات المتنوعة (مثل: الاتصال الصوتي والمرئي، والمؤتمرات الصوتية والمرئية، والرسائل، والاتصالات الموحدة، وإنشاء المحتوى، والنشر، والاستضافة، إلخ).
- توفِّر السحابة خدمات شبكية فائقة الأداء وآمنة (من خلال استخدام مفاهيم متقدمة؛ كالاتصال من خلال طبقات L2-L3، والشبكة الافتراضية الخاصة VPN) كقنوات ذكية لنقل خدمات السحابة من أجل ضمان جودة عالية في أداء الخدمة المقدمة للمستفيدين.

إضافةً إلى هذه الفوائد العامة، يوجد فوائد أخرى يُمكن النظر إليها من منظور الدور الذي يقوم به العامل في بيئة الحوسبة السحابية في قطاع التقنية والاتصالات، سواءً كان العامل مزوداً للخدمة أو شريكاً فيها أو مستخدماً لها. فمن منظور مزود الخدمة، تبرز العديد من الفوائد؛ كتخفيض التكاليف العائدة لإمكانية مشاركة وتخصيص الموارد التقنية (برمجيات وتجهيزات مادية) بين المستخدمين، والمرونة العالية للتوسُّع في البنى التحتية التقنية لمواجهة الطلب في أوقات الذروة، والكفاءة والمرونة في إدارة الموارد الحاسوبية باستخدام التقنية الافتراضية، والاعتمادية والموثوقية في استمرارية الأعمال واستمرارية الإتاحة لوجود إمكانية توزيع أحمال المهام بين العديد من مراكز البيانات أو بين العديد من السحابات المتاحة، ومن ثَمَّ تجنُّب أوقات توقُّف الأعمال وزيادة إتاحتها. أما شركاء مزودي الخدمات السحابية فيشملون مزودي خدمات الشبكة، ومزودي البرمجيات، ومزودي المعدات والأجهزة، والمزودين الذين يعملون على تكامل الأنظمة، ومزودي الخدمات الاستشارية. وتوفر بيئة الحوسبة السحابية فرصاً استثمارية لهؤلاء الشركاء كمقاولين فرعيين (subcontractors)؛ لصعوبة أن يقوم مزود خدمة وحيد بجميع الأعمال ذات العلاقة بالحوسبة السحابية. وأخيراً من منظور المستخدم (عميل قطاع التقنية والاتصالات)، تبرز فوائد عديدة؛ كسرعة الحصول على الخدمة من خلال الإنترنت، وإمكانية النفاذ والوصول للخدمات السحابية من أي مكان في العالم وباستخدام أي جهاز قابل للاتصال بالإنترنت، واقتصار التكاليف فقط على مقدار الاستخدام للخدمات، وتجنُّب تكاليف التأسيس المرتبطة

باقتناء المعدات والأجهزة والبرمجيات، وانخفاض تكاليف التنقل من مزود إلى آخر عند الحاجة.

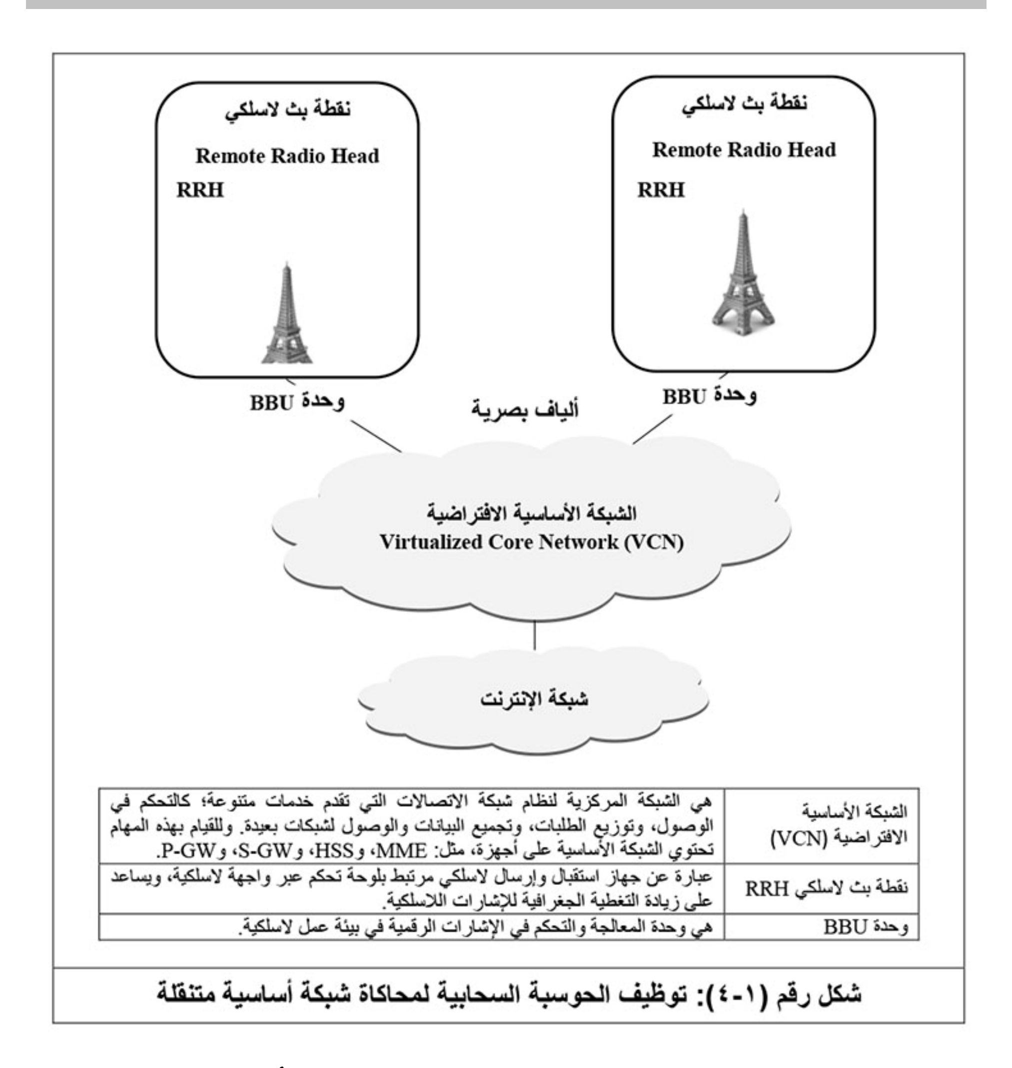


تقنية NFV	تتيح تقنية NFV الفصل بين وظائف الشبكة المطبَّقة برمجياً عن تلك الوظائف المطبَّقة باستخدام التجهيزات المادية (الأجهزة والمعدات).
نقطة بث لاسلكي RRH	عبارة عن جهاز استقبال وإرسال لاسلكي مرتبط بلوحة تحكم عبر واجهة لاسلكية، ويساعد على زيادة التغطية الجغرافية للإشارات اللاسلكية.
وحدات BBU	وحدات معالجة والتحكم في الإشارات الرقمية في بيئة عمل لاسلكية.
البنية التحتية لتقنية NFV	تشمل الشبكة، والمستودعات الرقمية، والخوادم، إضافةً إلى طبقة افتراضية توازن الأحمال لقدرات البنية التحتية.

شكل رقم (١-٣): توظيف الحوسبة السحابية لمحاكاة شبكة النفاذ اللاسلكي (RAN)

ومع ازدياد أهمية الاتصالات المتنقلة (mobile communication) بازدياد الإقبال على استخدام الأجهزة المتنقلة، مثل: الآيفون، والأندرويد، والبلاك بيري، وغيرها(Sahu et al., 2012)، تتضح حاجة الاتصالات كخدمة إلى بنية تحتية مرنة تستطيع التعامل مع أجهزة

وشبكات متعددة وغير متجانسة. وفي الوقت الحالي، يُنظر إلى التقنية الافتراضية لوظائف الشبكة (Network Function Virtualization - NFV) كتقنية مُمكِنة أساسية للجيل الخامس لشبكات الاتصال المتنقل (5G) في العقد القادم، حيث تساعد تقنيةُ NFV على توظيف الحوسبة السحابية من خلال دعم ودمج الأجهزة غير المتجانسة في السحابة. وتتضمن تقنية NFV وظائف شبكية أساسية يتم تطبيقُها باستخدام برمجيات تدير الموارد الافتراضية في السحابة. وتتيح تقنية NFV الفصل بين وظائف الشبكة المطبَّقة برمجياً عن تلك الوظائف المطبَّقة باستخدام التجهيزات المادية (الأجهزة والمعدات)؛ الأمر الذي يسمح باختبار وترقية وظائف الشبكة المطبَّقة برمجياً بكل سهولة من خلال تنصيب أو تركيب البرمجيات الجديدة، في نفس الوقت الذي تبقى فيه التجهيزات المادية (hardware) دون تأثُّر أو تغيير. هذه المرونة المنظورة تساعد في تسريع توظيف الابتكارات المتعلقة بالشبكة، وتقليص وقت الوصول إلى سوق الاتصالات. وباستغلال السحابة لأغراض وظائف شبكات الاتصال المتنقل، يمكن تقليص التكاليف المرتبطة بالإنفاق الرأسمالي والإنفاق التشغيلي.



الشبكة الأساسية الافتراضية (VCN)	هي الشبكة المركزية لنظام شبكة الاتصالات التي تقدم خدمات متنوعة؛ كالتحكم في الوصول، وتوزيع الطلبات، وتجميع البيانات والوصول لشبكات بعيدة. وللقيام بهذه المهام تحتوي الشبكة الأساسية على أجهزة، مثل: MME، وHSS، وS-GW، وP-GW.
نقطة بث لاسلكي RRH	عبارة عن جهاز استقبال وإرسال لاسلكي مرتبط بلوحة تحكم عبر واجهة لاسلكية، ويساعد على زيادة التغطية الجغرافية للإشارات اللاسلكية.
وحدة BBU	هي وحدة المعالجة والتحكم في الإشارات الرقمية في بيئة عمل لاسلكية.

شكل رقم (١-٤): توظيف الحوسبة السحابية لمحاكاة شبكة أساسية متنقلة

توظف شركات الاتصالات المتنقلة نموذجين من الشبكات لأغراض الاتصال المتنقل: النموذج الأول هو شبكة النفاذ اللاسلكي (Radio Access Network –RAN)، والنموذج الثاني هو الشبكة الأساسية (Core Network – CN). تُعرَّف شبكة النفاذ اللاسلكي (RAN) بأنها جزء من نظام الاتصال عن بُعد لتطبيقها لتقنية الوصول اللاسلكي، حيث تقع هذه الشبكة بين الجهاز المتنقل (كالهاتف المتنقل) والشبكة الأساسية (CN)، وتتيح الاتصال بينهما. كما تعُرَّف الشبكة الأساسية (CN) بأنها الهيكل الأساسي لشبكة الاتصالات، وتقوم بتزويد العملاء

المتصلين بها من خلال شبكات وصول، بخدمات متنوعة، كما تتضمن الشبكة الأساسية معداتٍ وأجهزةَ اتصالات فائقة القدرة، تقوم بربط الشبكات الفرعية المتصلة بها، ومن ثَمَّ تمكِّنها من تبادل المعلومات من خلال مسارات تواصل تتيحها. ويوضح الشكلان (١-٣) و(١-٤) حالات استخدام ممكنة لتوظيف تقنية NFV المبنية على السحابة لكلٍّ من شبكة النفاذ اللاسلكي (RAN) حسب الشكل (١-٣)، والشبكة الأساسية (CN) حسب الشكل (١-٤).

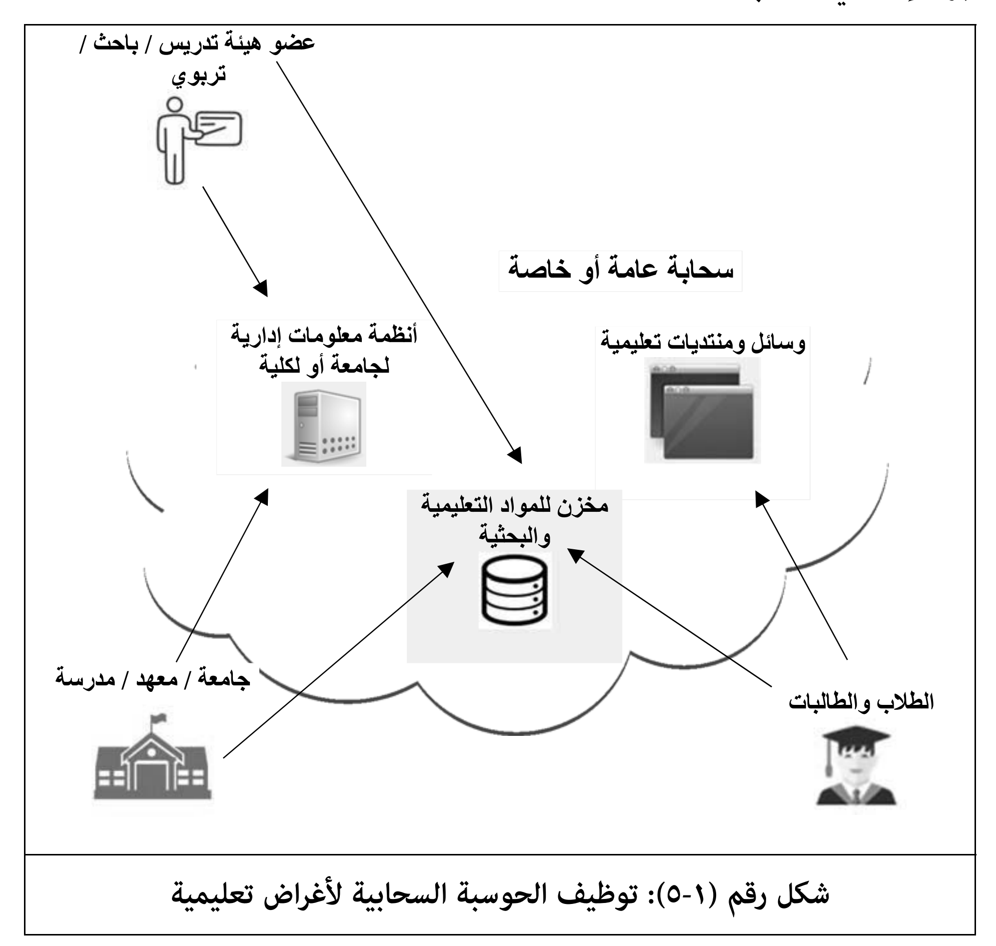
٤/٤/١ قطاع التربية والتعليم:

يمكن أن تدعم الحوسبة السحابية تحسين الخدمات المقدمة لقطاع التربية والتعليم وبجودة عالية. على سبيل المثال، تساعد تطبيقاتُ المشاركة الإلكترونية المبنية على السحابة كلًّا من الطلاب والطالبات على مناقشة المشاكل المشتركة، وعلى البحث عن حلول وإرشادات يمكن تقديمها من خلال الخبراء التربويين. ويمكن أن تستخدم الجامعات والكليات والمعاهد والمدارس أنظمةً مبنية على السحابة لإدارة المعلومات لأغراض متعددة: كالقبول والتسجيل، وتحسين الكفاءة الإدارية، وعرض برامج تربوية عن بُعد من خلال الإنترنت، وإتاحة الاختبارات على الإنترنت، ومتابعة سير العملية التعليمية للطلاب والطالبات، وجَمْع التغذية الراجعة من الطلاب. تتميز أنظمة التعلُّم على الإنترنت المبنية على السحابة بإمكانية إيصال المواد التعليمية والحقائب التدريبية إلى المستفيدين منها كالطلاب والمتدربين، بكل سهولة ويسر. يشير سمير بهاتيا (Sameer Bhatia, 2014)، في مقالة علمية له على موقع كلاود تويكز (CloudTweaks)، إلى أن توظيف الحوسبة السحابية في مجال التربية والتعليم له خمس فوائد رئيسية:

١. تيسير تحديث المواد التعليمية على السحابة، بما فيها الكتب الدراسية، في الوقت الراهن، بحيث يستطيع الطلاب والطالبات الوصول المباشر إلى النسخة الأحدث من تلك المواد.
٢. تخفيض تكاليف الكتب الدراسية، حيث إنَّ تكلفة المحتوى الرقمي للكتب أقل بكثير من المحتوى المطبوع.
٣. عدم الحاجة لاقتناء أجهزة ومعدات إلكترونية مُكلِّفة للوصول للمواد التعليمية.
٤. عدم الحاجة لاقتناء برمجيات مُكلِّفة للوصول للمواد التعليمية، حيث إنَّ معظم البرمجيات تكون متاحة على السحابة مجاناً مثل قوقل دوكس (Google Docs)، أو متاحة بأسعار رمزية مثل مايكروسوفت أوفيس (Microsoft Office).

5. إتاحة الوصول لأعداد متزايدة وكبيرة من المستفيدين (الطلاب، والمتدربين، والأساتذة، إلخ) من أي مكان في العالم، باستخدام أي جهاز إلكتروني مناسب.

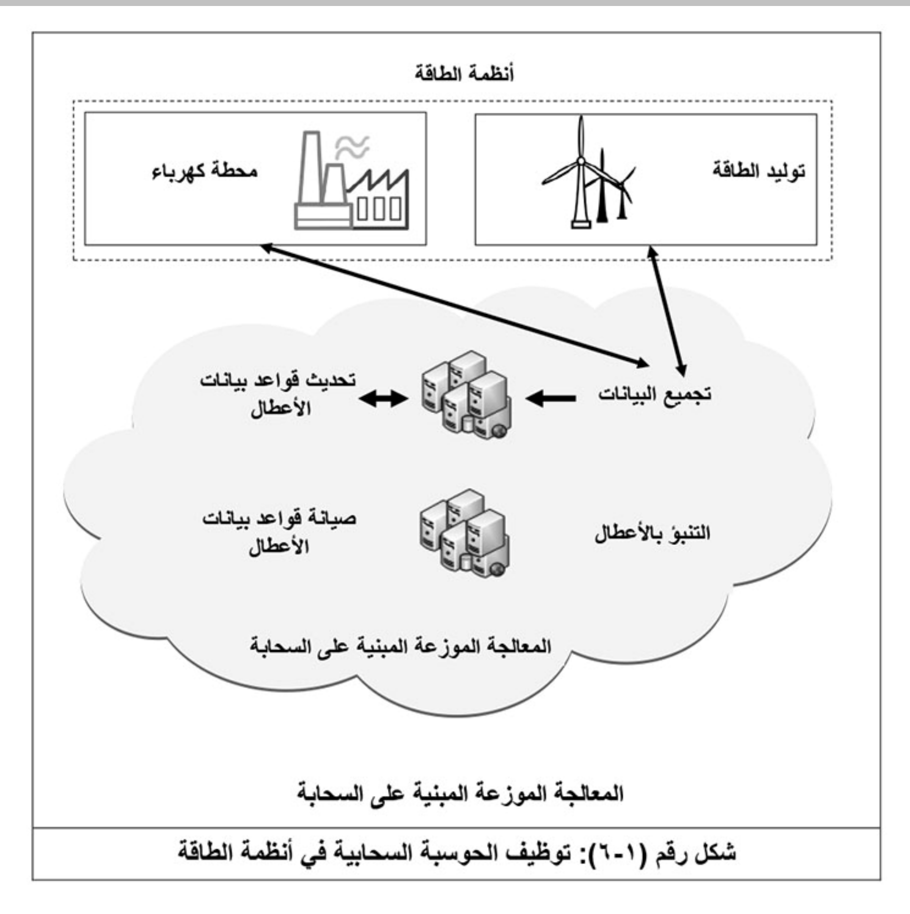
يوضح الشكل (1-5) حالة استخدام عامة للسحابة لأغراض تربوية وتعليمية. يوفر هذا النموذج المعماري لاستخدامات الحوسبة السحابية للتربية والتعليم من تكاليف الإنفاق المتعلقة باقتناء البنى التحتية وإدارتها وصيانتها، وفي الوقت نفسه يتيح الوصول الفعَّال للخدمات المتاحة إلى أعداد ضخمة من الطلاب والطالبات، ومن أي مكان في العالم، ومن أي جهاز إلكتروني مناسب.



شكل رقم (1-5): توظيف الحوسبة السحابية لأغراض تعليمية

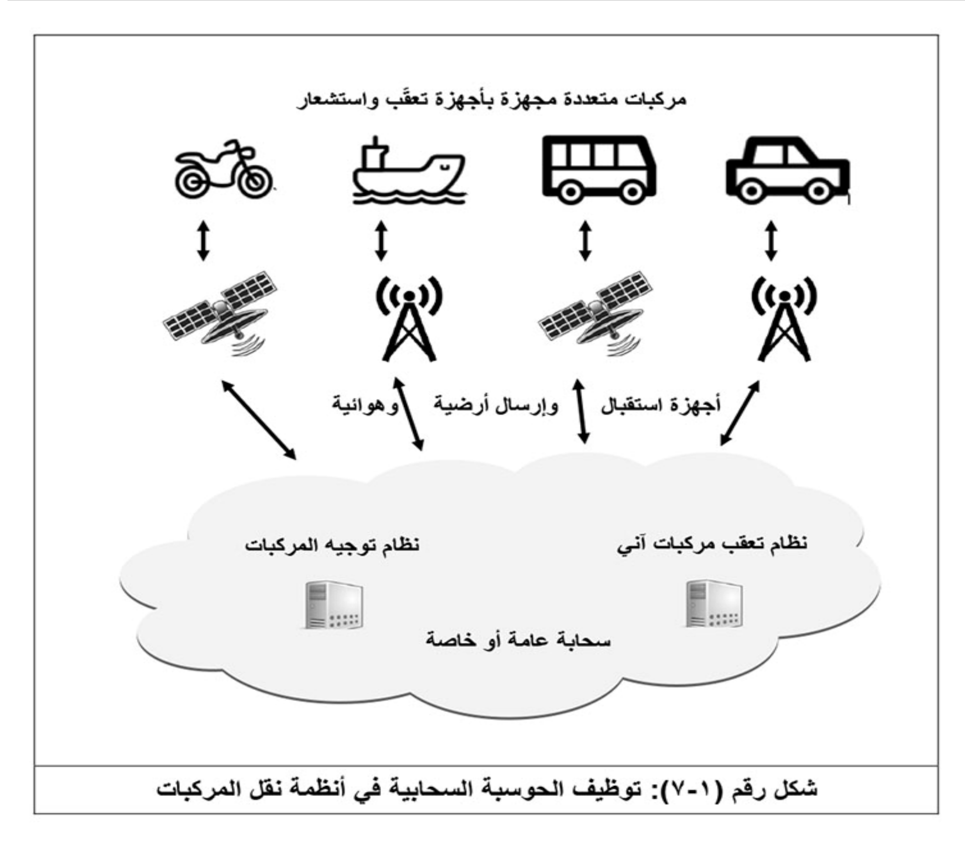
٥/٤/١ قطاع الطاقة:

تحتوي أنظمة الطاقة على الآلاف من أجهزة الاستشعار التي تقوم بجَمْع البيانات عن الأجهزة المشغلة بشكل آني ومستمر؛ بغرض مراقبة حالة تشغيلها، والتنبؤ بحدوث الأعطال قبل وقوعها، وبالتالي القيام بالصيانة اللازمة دورياً قبل وقوع أي عُطل. ويتم استخدام أنظمة الطاقة هذه في محطات توليد الكهرباء والشبكات الكهربائية الذكية وتوربينات الرياح المولِّدة للطاقة، وتبرز أهمية أجهزة الاستشعار كون أنظمة الطاقة تحتوي على عدد كبير من المكونات الحسَّاسة، والتي يجب أن تعمل بشكل صحيح، وعلى نحو مستمر لضمان استمرارية عمل النظام ككل. على سبيل المثال، تحتوي توربينات الرياح المولِّدة للطاقة على مكونات حسّاسة؛ كالتروس الدوّارة، وعلبة السرعة، والمكابح، والشفرات المروحية، والتي يتم مراقبتها باستمرار للتأكُّد من تجنُّب حدوث احتكاك أو انكسار أو انكماش أو تغير مفاجئ في أحد هذه الأجزاء الحرجة قد ينتج عنه حدوث عطل، وبالتالي توقُّف النظام ككل. وبالطريقة نفسها تحتوي محطات توليد الكهرباء على العديد من المكونات الحسَّاسة؛ الأمر الذي يستدعي جَمْع المعلومات عنها آنياً وباستمرار باستخدام حسَّاسات إلكترونية خاصة، تُسمَّى وحدات القياس المرحلية (Phasor Measurement Units – PMU) يتم تثبيتها في المكونات المراد مراقبتُها في فروع محطات الكهرباء المولِّدة للطاقة. ويتم استقبالُ المعلومات من هذه الوحدات، ومن ثَمَّ تحليلها ومعالجتها آنياً، ليتم بعد ذلك تقييم حالة نظام الكهرباء ككل، والتنبؤ بالعُطل في أجزائه قبل وقوعه.



شكل رقم (١-٦): توظيف الحوسبة السحابية في أنظمة الطاقة

وتُعتبَر تكلفة صيانة وإصلاح مثل هذه الأنظمة المعقدة مرتفعةً، وتستغرق وقتاً طويلاً لإعادتها إلى وضعها التشغيلي الطبيعي؛ لذا فإنه من المطلوب لدى متخذي القرار في قطاع الطاقة تجنُّب حدوث مثل هذه الأعطال، وذلك بالسعي إلى الحصول على إنذار مبكر ما أمكن، وسابق لحدوث العطل، ويكون مبنياً على معلومات دقيقة حتى يتم التحرُّك في الوقت المناسب، وعمل الصيانة الدورية المناسبة التي عادةً ما تكون ذات تكلفة منخفضة مقارنةً بتكلفة إصلاح العطل بعد حدوثه.



شكل رقم (١-٧): توظيف الحوسبة السحابية في أنظمة نقل المركبات

وقد اقترح كلٌّ من أرشديب بهقا وفيجاي ماديسيتي (Arshdeep Bahga and Vijay Madisetti, 2012) إطاراً عاماً يُسمَّى كلاود فيو (CloudView) يمكن استخدامه لتخزين ومعالجة وتحليل بيانات صيانة ضخمة يتمُّ جمعها من عدد ضخم من أجهزة الاستشعار التي يتم تثبيتُها على مكونات وأجهزة يُراد متابعتها في بيئة حوسبة سحابية. ويُعتبَر هذا الإطار المقترح أول حالة استخدام مُعلَنة لتصميم معماري مبني على السحابة، يمكن استخدامُه لتخزين بيانات الصيانة ومعالجتها وتحليلها، كما أن العمل المُقدَّم من الباحثَين يقوم بتقييم عدة تصاميم معمارية مقترحة ومبنية على السحابة؛ بغرض استغلال القدرات التي توفرها الحوسبة المتوازية على السحابة، للتمكن من اتخاذ قرارات محلية فعّالة باستخدام معلومات شاملة. ويقوم هذا العمل أيضاً بمقارنة هذه النماذج من حيث مدى

تجنُّبها لأي مشكلة محتملة قد تحدث عند الحصول على بيانات الصيانة من وإلى السحابة. ويوضِّح الشكل (١-٦) حالة استخدام عامة للسحابة لأغراض أنظمة الطاقة.

٦/٤/١ قطاع النقل:

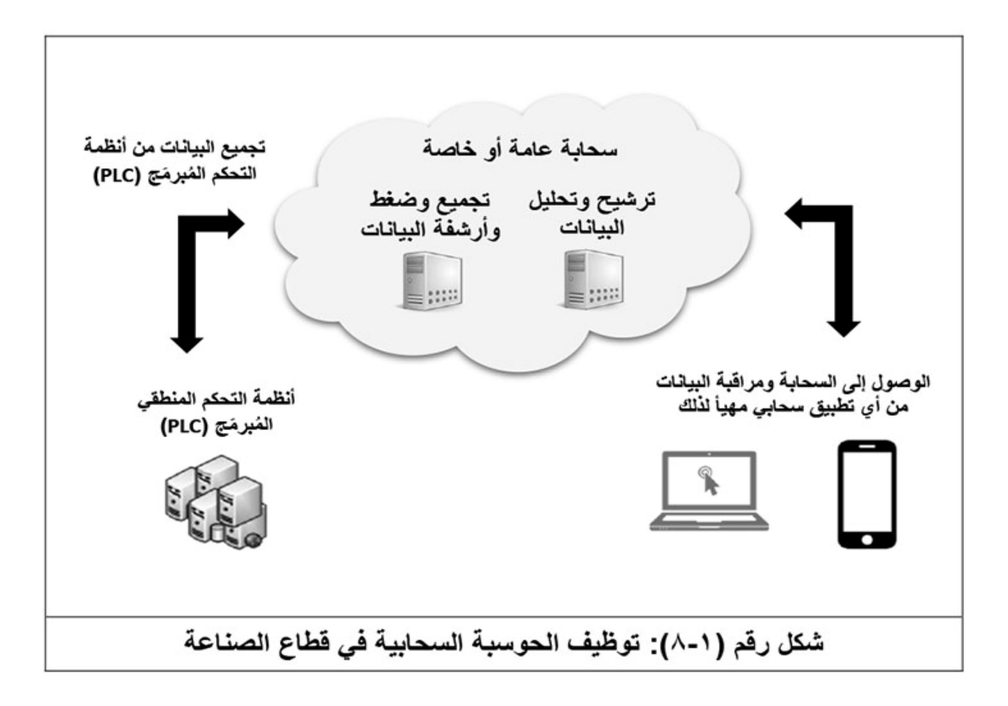
في السنوات الأخيرة، تطورت أنظمة النقل الذكية (ITS) بشكل ملحوظ؛ مما جذب إليها عدداً كبيراً من المستخدمين. وتعتمد هذه الأنظمة على حجم وحداثة البيانات التي يتم جَمْعُها من مصادر متعددة ليتم معالجتها بعد ذلك، ومن ثَمَّ تزويد المستخدمين بمعلومات محدَّثة ومفيدة. إنَّ جَمْع بيانات ضخمة من مصادر متعددة ومعالجة هذه البيانات وتحويلها إلى معلومات مفيدة يمكِّن أنظمة النقل الذكية (ITS) من عرض خدمات جديدة؛ كتقديم إرشادات متقدمة لحالة مسارات الطرق، وتوجيه المركبات، والتنبؤ برغبات العملاء فيما يتعلق بمسألة التحميل والتسليم في سلسلة التوريد. ومن التحديات الرئيسية التي تواجه الحصول على أداء فعَّال لأنظمة النقل الذكية هو التحدي المرتبط بجَمْع وتنظيم البيانات من مصادر متعددة وبشكل آني، والمرتبط أيضاً بتحليل هذه البيانات الضخمة بغرض الحصول على قرارات ذكية في الوقت المناسب. ويُعزَى هذا التحدي إلى ضخامة حجم قواعد البيانات المطلوبة، والحاجة لوجود وسيلة تحليل ملائمة وآنية تفي بالغرض. ومع ظهور الحوسبة السحابية وإمكانية توظيف قدرات حاسوبية لا محدودة، كوسائل جمع البيانات وتخزينها وتحليلها بشكل آني، بدأت تبرز تطبيقات النقل الذكية في نوعية وجودة خدماتها المقدمة للمستفيدين؛ كالتعرف على حالات الطرق، والمساعدة في توجيه المركبات عند الانتقال من مكان إلى آخر، باستخدام المركبة التي يتم تجهيزها بمعدات إلكترونية ملائمة (على سبيل المثال جهاز GPS) تقوم باستقبال وإرسال البيانات من وإلى السحابة. ويوضِّح الشكل (١-٧) حالة استخدام عامة للسحابة لأغراض أنظمة النقل.

٧/٤/١ قطاع الصناعة:

في قطاع الصناعة، عادةً ما يتم استخدام أنظمة إلكترونية بهدف مراقبة العمليات الإنتاجية والتحكم فيها. ويُطلق على مثل هذه الأنظمة أنظمة التحكم الصناعي (ICS)، وهو مصطلح عام يشتمل على أنواع متعددة من أنظمة التحكم المستخدمة في الإنتاج الصناعي، بما في ذلك أنظمة التحكم الإشرافي والاستحواذ على البيانات (SCADA)، وأنظمة التحكم الموزعة (DCS)، وأنظمة التحكم المنطقي المُبرمَج (PLC). يتم استخدام هذه الأنظمة بغرض تجميع وتحليل وتوليد ومراقبة البيانات الصناعية، ومن ثّم استخدام نتائج

التحليل في اتخاذ القرارات المناسبة. وتُعتبر الصناعات الكهربائية والنفطية والمائية من أهم الصناعات استخداماً لأنظمة (ICS). وتتلخص طريقة عملها في استقبال البيانات من محطات أو مصانع بعيدة، ثم يتم إصدار الأوامر الإشرافية بشكل ذاتي أو عن طريق مشغِّل إلى أجهزة تحكُّم أخرى تكون بعيدة أيضاً، وتُسمَّى أجهزة الميدان. وتتحكم أجهزة الميدان هذه في عمليات المحطة التي تتواجد بها؛ كفتح وإغلاق الصمامات والقواطع، وجمع البيانات من أنظمة الاستشعار، ومراقبة البيئة المحلية بغرض إصدار حالات الإنذار.

يتم توظيف تقنية الحوسبة السحابية لخدمة أنظمة (ICS) عن طريق تسهيل وتسريع عملية جمع البيانات الآنية وبأي حجم، وإدارة وتحليل بيانات عمليات الإنتاج التي تولدها أنظمة (ICS). ويساعد هذا التوظيف في تقدير حالة الأنظمة، وتحسين سلامة الأفراد العاملين والمحطات والمصانع، الأمر الذي يساعد في اتخاذ القرارات المناسبة في الوقت المناسب، وبالتالي تجنُّب حدوث الأعطال. يوضِّح الشكل (١-٨) حالة استخدام عامة للسحابة لأغراض الصناعة.



شكل رقم (١-٨): توظيف الحوسبة السحابية في قطاع الصناعة

الفصل الثاني

المبادئ الأساسية للحوسبة السحابية

يستعرض هذا الفصل المبادئ الأساسية للحوسبة السحابية عن طريق تقديم تعريف مؤصّل لها، والتطرُّق إلى أساسياتها المتمثلة في خصائصها الأساسية، ونماذج نشرها وإطلاقها، ونماذج خدماتها المقدَّمة.

تستلزم الخصائص الأساسية للحوسبة السحابية توفُّر مجموعة من السمات في السحابة حتى يتسنى لنا إطلاق مسمًّى حوسبة سحابية عليها، وتلك السمات (أو الخصائص) هي: أن تكون خدمة ذاتية حسب الطلب، وذات وصول واسع للشبكة الحاسوبية، وأن تقوم بعرض تجمُّع واسع من الموارد الحاسوبية، وذات مرونة سريعة في تخصيص وتحرير تلك الموارد، وأن تكون خدمة قابلة للقياس.

أما ما يخصُّ نماذج نشر وإطلاق السحابة، فيستعرض الفصل الثاني، وبشكل موجز، مجموعة من النماذج، مثل: السحابة الخاصة، والسحابة العامة، والسحابة المجتمعية، والسحابة الهجينة. ثم يوجز هذا الفصل مجموعة نماذج لعرض خدمات الحوسبة السحابية؛ كالبنية التحتية كخدمة (IaaS)، والمنصة كخدمة (PaaS)، والبرمجيات كخدمة (SaaS). وسيتم التفصيل في شرح هذه النماذج المختلفة في كلٍّ من الفصلين الرابع والخامس. كما يستعرض الفصل الثاني بعد ذلك ثلاثة أنواع (أو أصناف) رئيسية من ذوي العلاقة (أو أصحاب المصلحة) في بيئة الحوسبة السحابية، وهم: المستفيد من الخدمة، ومُقدِّم الخدمة، والوسيط لتقديم الخدمة. وأخيراً يستعرض هذا الفصل الأهداف والفوائد التي تستهدف الحوسبة السحابية تحقيقها، كما يستعرض المخاطر والتحديات التي قد تواجه أصحاب المصلحة عند تبنّي وتطبيق الحوسبة السحابية.

١/٢ تعريف الحوسبة السحابية:

تشير الحوسبة السحابية إلى إمكانية مشاركة وتخزين البيانات والبرامج والوصول إليها عبر شبكة الإنترنت من أي مكان، باستخدام أي جهاز إلكتروني مُهيَّأ لذلك، وفي أي وقت، وبحجم تخزين وسرعة وصول غير محدودين، وتمثل بديلاً حديثاً للطرق التقليدية المحدودة

في الحجم والسرعة والوصول. يتم استخدام مصطلح السحابة عادةً ليشير مجازاً إلى استخدام الإنترنت؛ كون الإنترنت تمثل مرتكزاً أساسياً لعمل السحابة. فعندما نقوم بتخزين بيانات ما أو تشغيل برنامج ما من على قرص صلب لحاسوب محلي، فإن ذلك يُسمَّى تخزينًا وحوسبة محلية. بينما ليتم اعتبار هاتين العمليتين نمطين من أنماط الحوسبة السحابية، نحتاج إلى الوصول للبيانات وتشغيل البرامج عبر الإنترنت. وعلى الرغم من أن النتيجة النهائية هي نفسها في كلتا الحالتين، إلا أن الاتصال عبر الإنترنت والحوسبة السحابية يسهم بشكل مباشر في إنجاز الأعمال في أي وقت، ومن أي مكان، وباستخدام أي جهاز إلكتروني مناسب.

ويُعرِّف المعهد الوطني للمعايير والتقنية (National Institute of Standards and Technology -NIST) الحوسبة السحابية بأنها "عبارة عن نموذج يهدف إلى تمكين الوصول إلى الشبكة الحاسوبية، بناءً على طلب المستفيد، بشكل مريح ومن أي مكان، حيث يوجد تجمُّع مشترك من الموارد الحاسوبية المجهزة (على سبيل المثال لا الحصر: الشبكات، والخوادم، وأماكن التخزين، والتطبيقات، والخدمات الإلكترونية)، التي يمكن توفيرها ونشرها بأقل جهد إداري ممكن، وبدون تدخُّل من مزوِّد الخدمة". ويتألف هذا النموذج السحابي من خمس خصائص (أو سمات) أساسية، ومن أربعة نماذج نشر وإطلاق، وثلاثة نماذج عرض الخدمات المقدمة (Mell and Grance, 2011).

تنبع أهمية التعريف المُقدَّم من المعهد الوطني للمعايير والتقنية (NIST) من إشارة الكثير من العلماء والخبراء والمنظمات المتخصصة له في مراجعهم وكتبهم وأعمالهم البحثية. وعلى الرغم من ذلك، ينبغي استدراك أنه يغيب تواجد توافق فكري متطابق على وجود تعريف واحد متفق عليه بين كل المهتمين بالحوسبة السحابية من باحثين وخبراء وممارسين. ويشير كلٌّ من فاقييرو وزملائه إلى ذلك في بحثهم المقدم إلى مجلة (The ACM Computer Communication Review) بعنوان: "وقفة عند السحابة: باتجاه تعريف السحابة" - (A Break in the Cloud: Towards a Cloud Definition)، إلى هذه المشكلة التي عادةً ما ترتبط بظهور أي مصطلح جديد في عالم تقنية المعلومات (Vaquero et al., 2008). وبمراجعة الأدبيات العلمية التي تتطرق إلى الحوسبة السحابية، وجد كلٌّ من فاقييرو وزملائه ما يربو على عشرين تعريفاً متبايناً للحوسبة السحابية، يركز كلٌّ منها على جانب معين من التقنية دون الآخر. لذا قام كلٌّ من فاقييرو وزملائه باستنتاج تعريف للحوسبة السحابية يجمع بين الخصائص الأساسية للحوسبة السحابية، مستخرجةً من الأدبيات العلمية المبحوثة. وينصُّ هذا التعريف على أن الحوسبة السحابية عبارة عن "تجمُّع ضخم من الموارد

الحاسوبية الافتراضية والقابلة للاستخدام والوصول السهل (كالتجهيزات المادية، والمنصات التطويرية، والخدمات الإلكترونية). ويمكن أن يتم تجهيز هذه الموارد وإعادة تجهيزها لتتكيف مع أحمال إلكترونية متغيرة؛ الأمر الذي يسمح بالانتفاع الأمثل من هذه الموارد. ويتم توظيف هذا التجمُّع من الموارد الحاسوبية ليعمل بمبدأ الدفع حسب الاستخدام (pay-as-per-use)، والذي يوفِّر ضمانات بأن يقدِّم مزوِّد الخدمة اتفاقيات مستوى خدمة (SLAs) تتناسب وحاجة المستفيد".

يتطلب عمل الحوسبة السحابية، تماشياً مع التعريف المقدَّم من المعهد الوطني للمعايير والتقنية (NIST)، أن يجهز مزوِّد/مزودو الخدمة السحابية بنيةً تحتيةً تشمل مختلف الموارد الحاسوبية التي يحتاجها المستفيد/المستفيدون من الخدمة لإنجاز أعماله/م؛ كأنظمة التشغيل، والشبكات الحاسوبية، وخوادم التخزين، والبرمجيات والتطبيقات، بحيث تصبح جاهزة للاستخدام المباشر عبر الإنترنت ومن أي موقع جغرافي، باستخدام أي جهاز إلكتروني محلي مهيَّأ للاتصال بالإنترنت. إضافةً إلى ذلك، ينبغي أن يوفر مزود/مزودو الخدمة السحابية آلية مرنة للاستخدام والوصول للموارد الحاسوبية، بحيث يتم احتساب تكلفة استخدام هذه الموارد الحاسوبية بناءً على مستوى استخدام المستفيد من الخدمة، وبما يتماشى مع احتياجاته، وهو ما يُعرف بمبدأ الدفع حسب الاستخدام (pay-as-per-use). وكلما زادت حاجة المستفيد من الموارد الحاسوبية، قام مزوِّد الخدمة بسد هذه الحاجة عن طريق توفير المورد المطلوب، سواءً كان زيادةً في سعة التخزين أو زيادةً في سرعة الاتصال أو توفير برمجية قد يحتاجها المستفيد. وكل ذلك يتم بشكل مرن وسريع من قِبل المستفيد، ودون أي تدخل من المزود الذي قد يعيق أو يؤخر تلبية طلب المستفيد. كما أن الحوسبة السحابية تتضمن توفير ميزة إيجابية للمستفيد، تتمثل في تقليل الجهود الإدارية المطلوبة من جهته. ويكون تركيز المستفيد منصباً على التعرُّف على كيفية الوصول إلى الموارد الحاسوبية وتشغيلها بما يحقق متطلباته ويسد حاجته، وبالتالي تكون صيانة أنظمة ومكونات الحوسبة السحابية من مهام مزود الخدمة فيما عدا الأجهزة المحلية والمملوكة للمستفيد، والمستخدمة للوصول إلى موارد الحوسبة السحابية.

٢/٢ أساسيات الحوسبة السحابية:

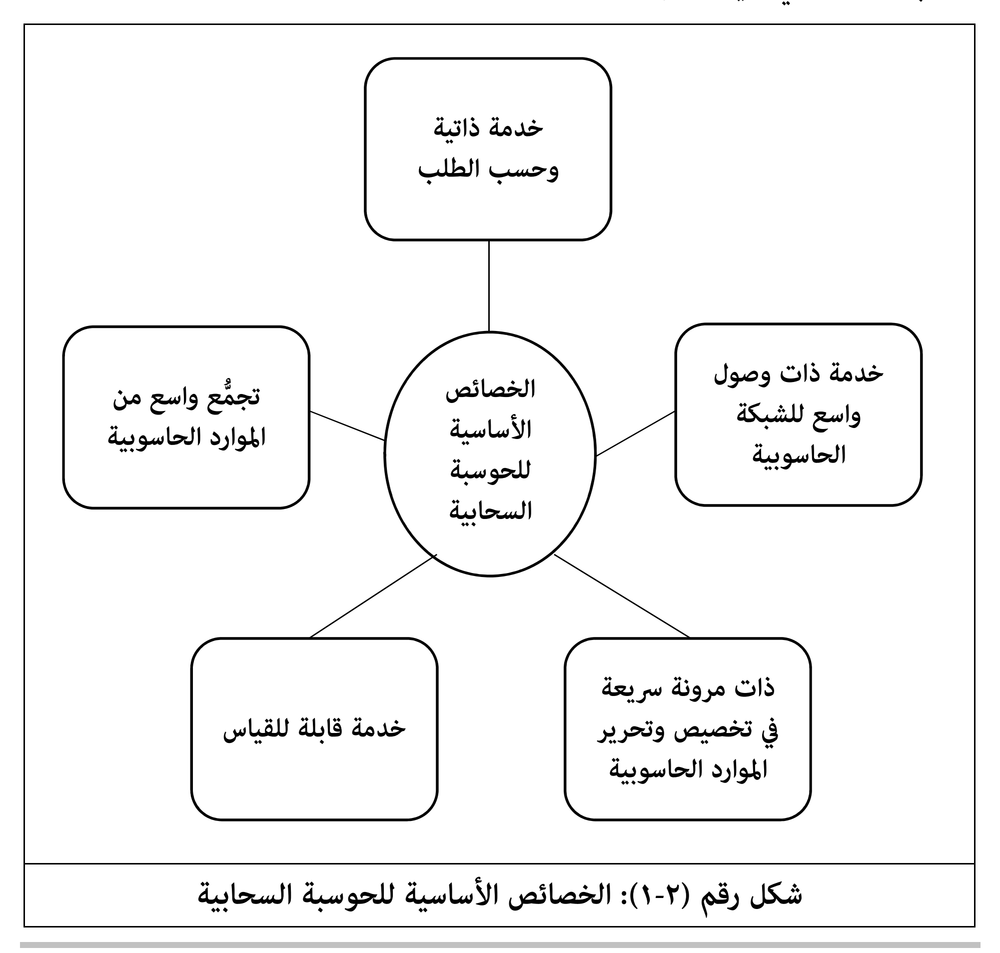
تتمثل أساسيات الحوسبة السحابية، كما يصفها المعهد الوطني للمعايير والتقنية (NIST)، في المبدأ الذي يُسمَّى مبدأ (٥-٤-٣)، (Mell and Grance, 2011). ويشير هذا المبدأ إلى:

- ٥: خمس خصائص أساسية تعزِّز دور الحوسبة السحابية.
- ٤: أربعة نماذج لنشر وإطلاق الحوسبة السحابية.
- ٣: ثلاثة نماذج لعرض خدمات الحوسبة السحابية.

١/٢/٢ الخصائص الأساسية للحوسبة السحابية:

تتركز أهمية تحديد خصائص أي تقنية حديثة في زيادة مستوى الفهم لهذه التقنية، وبالتالي إمكانية تبنّيها، ومن ثَمَّ تطويرها مستقبلاً عند الحاجة. من هذا المنطلق، سعى العديد من المهتمين بالحوسبة السحابية من باحثين وممارسين إلى تحديد قائمة من الخصائص التي تميّز الحوسبة السحابية عن غيرها من التقنيات بشكل عام، وبالأخص عن غيرها من أنماط الحوسبة الأخرى؛ كالحوسبة الموزعة، والحوسبة المتوازية، والحوسبة العنقودية، والحوسبة الشبكية، والتي تمَّ التطرق إليها تفصيلاً في الفصل الأول من هذا الكتاب. على سبيل المثال، يُحدِّد كلٌّ من بايا وزملائه (Buyya et al., 2009) تسع عشرة خاصية يمكن توظيفها للتمييز بين كلٍّ من الحوسبة العنقودية والحوسبة الشبكية والحوسبة السحابية، في حين وظَّف مالكولم (Malcolm, 2009)خمس خصائص لتمييز الحوسبة السحابية عن غيرها من أنواع الحوسبة. ويُحدِّد شارما (Sharma, 2009) أربع خصائص أساسية للتعرف على مدى ملاءمة أي تطبيق إلكتروني للعمل على منصة الحوسبة السحابية. ويعتقد آمرهين (Amrhein, 2009) أنه من الصعب وضع تعريف محدَّد ومتفق عليه للحوسبة السحابية، لكن من الممكن تمييز الحوسبة السحابية عن طريق توظيف خمس خصائص حدَّدها الباحث لكي نستطيع إطلاق مسمَّى الحوسبة السحابية على الحوسبة. ومن الملاحظ أن تمايز هذه الجهود البحثية لتحديد الخصائص قد يُعزى إلى غياب اتفاق محدَّد للحوسبة السحابية في بداية ظهورها مطلع العام ٢٠٠٩م، حيث إنَّ معظم هذه الأعمال كانت في عام ٢٠٠٩م، إلا أن مستوى فهمها قد تطوَّر مع مرور الوقت وزيادة الممارسة لها، ليصل إلى حد من النضج تمكّن فيه المعهد الوطني للمعايير والتقنية (NIST)، وهو المعهد الذي يضمُّ مجموعة بحث

متخصصة من العلماء والخبراء في مجال تقنية المعلومات، من إصدار النسخة رقم (١٦) والنهائية لوثيقة تعريف الحوسبة السحابية (سبتمبر ٢٠١١م)، والتي أيضاً تضمنت خمس خصائص للحوسبة السحابية، وهي: (١) أن تكون خدمة ذاتية وحسب الطلب، (٢) وذات وصول واسع للشبكة الحاسوبية، (٣) وأن تقوم بعرض تجمُّع واسع من الموارد الحاسوبية، (٤) وذات مرونة سريعة في تخصيص وتحرير تلك الموارد، (٥) وأن تكون خدمة قابلة للقياس. انظر الشكل رقم (٢-١). يجدر بالذكر أن مصطلح "الأساسية" كصفة للموصوف "الخصائص" يشير إلى مجموعة متكاملة ومترابطة من الخصائص، فعند غياب إحداها لا يمكن وصفها بالحوسبة السحابية. وسنستعرض فيما يلي وصفاً توضيحياً لكل واحدة من هذه الخصائص، حسب ما وردت في وثيقة معهد (NIST)، (Mell and Grance, 2011).



شكل رقم (٢-١): الخصائص الأساسية للحوسبة السحابية

١- الحوسبة السحابية هي خدمة ذاتية وحسب الطلب:
يستطيع المستفيد التزود بخدمات وقدرات الحوسبة؛ كطلب وقت محدد لاستخدام خادم حاسوبي أو التخزين على وسائط تخزينية عند الحاجة لها وخلال الفترة الزمنية التي يحددها المستفيد، وبشكل ذاتي دون أن يتطلب ذلك تدخلًا بشريًّا من مزود الخدمة.

٢- الحوسبة السحابية هي خدمة ذات وصول واسع للشبكة الحاسوبية:
إن قدرات الحوسبة السحابية يجب أن تكون متوفرة عبر الشبكة الحاسوبية (الإنترنت)، ويمكن الوصول إليها من خلال آليات مقننة تشجّع على الاستخدام بواسطة منصات وأجهزة إلكترونية متنوعة (كالهواتف المتنقلة، والألواح الإلكترونية، والحواسيب المتنقلة، ومحطات العمل).

٣- الحوسبة السحابية عبارة عن تجمُّع واسع من الموارد الحاسوبية:
يجب أن يقوم مزود الخدمة بتجميع موارد الحوسبة السحابية المتاحة للتأجير، بغرض خدمة مستفيدين متعددين باستخدام نموذج عمل يسمح بمشاركة عدة مستفيدين لاستخدام الموارد المادية والافتراضية المتاحة، على أن يتم تخصيص وإعادة تخصيص هذه الموارد بشكل مرن بحسب حاجة المستفيد. يجب أن يكون هناك إدراكٌ وفهم واضح لدى المستفيد لمبدأ استقلالية موقع المورد المستهدف؛ وهو ما يعني أن المستفيد بشكل عام لا يستطيع التحكم أو التعرف على موقع المورِد المستهدف، لكن يمكنه تحديد الموقع على مستوى عالٍ من التجريد (كتحديد الدولة، المنطقة، أو مركز البيانات). وتشتمل الأمثلة على موارد الحوسبة السحابية: التخزين، والمعالجة الإلكترونية، والذاكرة، والنطاق العريض للشبكة.

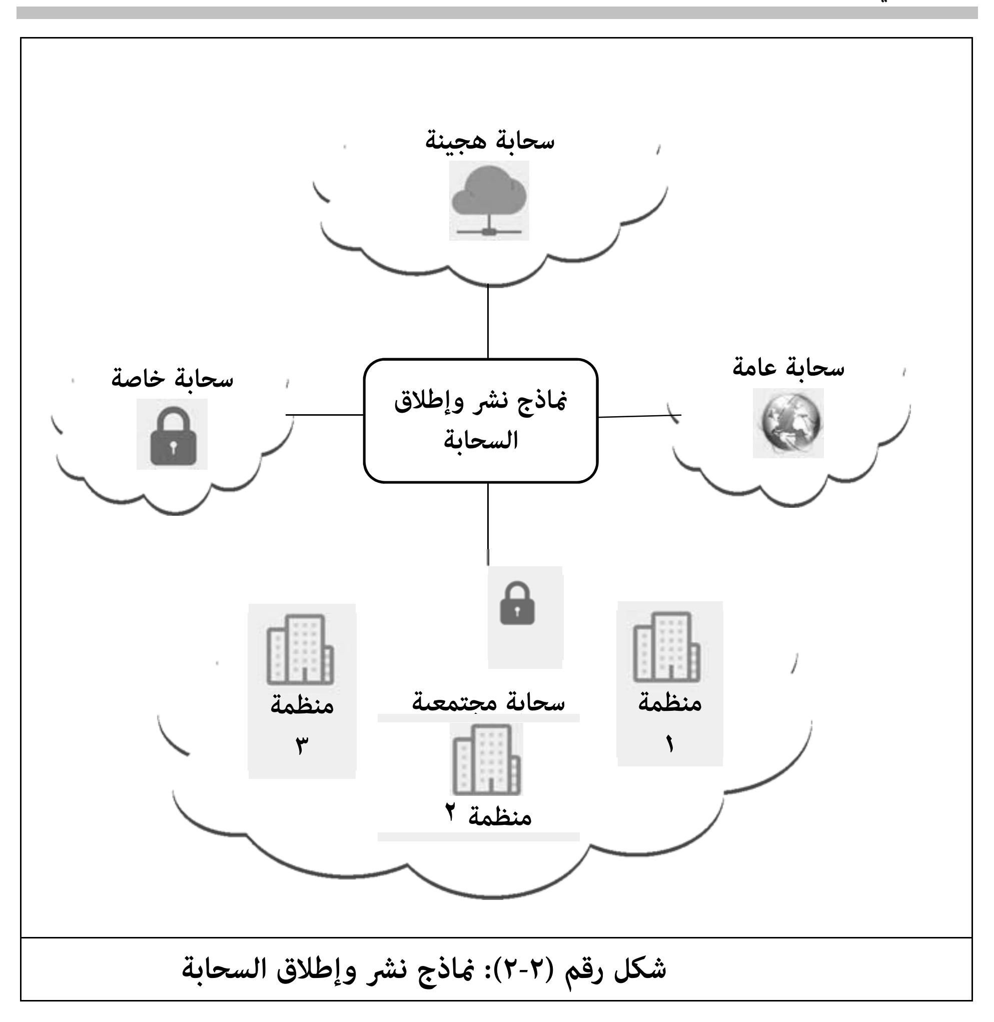
٤- الحوسبة السحابية ذات مرونة سريعة في تخصيص وتحرير تلك الموارد:
يجب أن تتيح الحوسبة السحابية إمكانية تخصيص وتحرير مواردها بمرونة عالية (في بعض الحالات يكون ذلك بشكل ذاتي يقوم به المستفيد بنفسه دون تدخل المزود)، بغية التعجيل في تلبية طلبات المستفيدين حسب حاجاتهم. كما يجب أن تظهر موارد الحوسبة السحابية للمستفيد وكأنها متاحة بشكل مطلق وغير محدود، ويمكن تخصيصها له بأي كمية يريدها في أي وقت يختاره.

٥- الحوسبة السحابية هي خدمة قابلة للقياس:
يجب أن توفِّر أنظمة الحوسبة السحابية آليه ذاتية تتيح تحسين استخدام الموارد المتاحة والتحكم فيها من خلال الاستفادة من نظام قياس يتناسب ونوع الخدمة المقدمة (على سبيل المثال: التخزين، والمعالجة الإلكترونية، والذاكرة، والنطاق العريض للشبكة، وحسابات المستخدمين النشطة). ويوفر نظام القياس هذا إمكانية المراقبة والتحكُّم والإبلاغ عن استخدام كل مورد من موارد الحوسبة السحابية، الأمر الذي يرفع مستوى الشفافية لكلٍّ من مزود الخدمة والمستفيد منها.

٢/٢/٢ نماذج نشر وإطلاق السحابة:

تشير نماذج نشر وإطلاق السحابة إلى الأسلوب أو الطريقة التي يوظِّفها مزود الخدمة لإتاحة خدمات السحابة للمستفيد. وبمعنى أكثر دقة، يتيح مزوِّد الخدمة موارده الحاسوبية من خوادم وتطبيقات وغيرها ليتم استخدامها من قِبل العموم (قطاع حكومي أو خاص أو أفراد) بمقابل مادي، وبموجب اتفاقية مسبقة تُوضِّح الكيفية والكمية والمدة المطلوبة لتخصيص هذه الموارد، فعلى سبيل المثال، يفضل بعض المستفيدين تخصيص مورد أو خدمة سحابية معينة بشكل حصري لهم دون مشاركة من الآخرين بناء على طلبهم، في حين لا يمانع بعض المستفيدين مشاركة نفس المورد أو الخدمة المقدمة مع عملاء أو مستفيدين آخرين؛ رغبةً في تخفيض تكاليف الاستخدام الحصري. من ناحية أخرى، ترتفع نسبة العائد على الاستثمار بالنسبة لمزود الخدمة عند توزيع قدرات ووقت المورد الحاسوبي على أكثر من مستفيد في نفس الوقت. إن حاجة العميل هي المحدِّد الرئيس لنوع ونموذج إطلاق الخدمات السحابية، وعادةً ما يصاحب هذه الحاجة عوامل أخرى؛ كمستوى الأمان المنشود، والحوكمة، وطريقة الفوترة والتسوية عند الانتهاء من الخدمة. لذلك عادةً ما يتكيف مزود الخدمة مع هذه الحاجات والعوامل؛ بغية تلبية رغبة العميل ورفع مستوى رضاه.

يقدِّم المعهد الوطني للمعايير والتقنية (NIST)، (Mell and Grance, 2011)، في وثيقة الحوسبة السحابية أربعة نماذج لنشر وإطلاق خدمات الحوسبة السحابية، هي: (١) السحابة الخاصة، و(٢) السحابة العامة، و(٣) السحابة المجتمعية، و(٤) السحابة الهجينة، انظر الشكل رقم (٢-٢). وسيتم التطرُّق لكلٍّ منها فيما يلي:



شكل رقم (٢-٢): نماذج نشر وإطلاق السحابة

١- السحابة الخاصة:

في هذا النموذج من تقديم خدمات الحوسبة السحابية، يكون استخدام موارد السحابة المطلوبة محصوراً على منظمة واحدة فقط، والتي يكون لها في الغالب عدة وحدات إدارية متفرقة في عدة مواقع جغرافية. وتتصل جميع هذه الوحدات الإدارية ببعضها البعض عن طريق شبكة حاسوبية مناسبة (كالإنترنت)، ويتم الوصول للموارد الحاسوبية بشكل سلس يسهل معه مشاركة البيانات والتطبيقات الخاصة بالمنظمة. ويمكن أن يتم امتلاك وإدارة وتشغيل الموارد الحاسوبية بواسطة المنظمة المستفيدة أو بواسطة طرف

ثالث أو بخليط منهما. أمَّا فيما يتعلق بموقع هذه الموارد، فيمكن أن يكون مستضافاً داخل المنظمة (مركز البيانات الخاص بها)، أو مستضافاً خارجها وتكون الموارد مملوكةً لطرف ثالث.

٢- السحابة العامة:

في هذا النموذج من تقديم خدمات الحوسبة السحابية، يتم فتح استخدام موارد السحابة المطلوبة على مستفيدين متعددين، بحيث يتم مشاركة هذه الموارد بنسب وكميات تتناسب وطلب المستفيد. ويمكن أن تعود ملكية هذه الموارد ومسؤولية إدارتها وتشغيلها إلى منظمات خاصة أو حكومية أو أكاديمية أو خليط منها. أما فيما يتعلق بموقع البنية التحتية للسحابة فإنه يكون لدى مزود الخدمة. يمكن ملاحظة أن بيئة السحابة العامة هي بيئة متعددة المستفيدين (أو المستأجرين للموارد)، حيث يقوم المستفيد بالدفع مقابل استخدام الموارد المطلوبة في بيئة تسمح بالمشاركة في شبكة من الموارد يعمل عليها عدة مستفيدين. وعادةً ما يكون المستفيد غيرَ مُدرِك للموقع الجغرافي للمورد المستخدم، لوجود طبقة افتراضية تعلو طبقة الموارد الحاسوبية المتاحة، وتعمل على إظهار هذه الموارد وكأنها موجهة فقط للعميل المستفيد، بينما هي في الواقع مشتركة بين عدة عملاء؛ الأمر الذي يساعد على استغلال قدرات وإمكانات هذه الموارد وتوزيعها حسب الطلب على عدة عملاء.

٣- السحابة المجتمعية:

في هذا النموذج من تقديم خدمات الحوسبة السحابية، يكون استخدام موارد السحابة المطلوبة محصوراً على عدة منظمات أو أفراد يتشاركون في نفس الاهتمام أو الأهداف (كتوفُّر متطلبات أمنية معينة، أو أداء مهام محددة، أو تطبيق سياسات معينة). ويمكن أن يتم امتلاك وإدارة وتشغيل الموارد الحاسوبية في السحابة بواسطة هذه المنظمات أو بواسطة طرف ثالث. أما فيما يتعلق بموقع هذه الموارد، فيمكن أن يكون مستضافاً داخل المنظمة (مركز البيانات الخاص بها)، أو مستضافاً خارجها وتكون الموارد مملوكة لطرف ثالث. وأفضل مثال على هذا النوع من الحوسبة السحابية، هو السحابة الحكومية التي يمكن أن توفِّر مجموعة واسعة من الموارد الحاسوبية التي تكون مُخصَّصة فقط للأجهزة والجهات والهيئات الحكومية (وتمثِّل هذه إحدى مبادرات برنامج التعاملات الحكومية "يسِّر" لإنشاء سحابة حكومية مقتصر استخدامها على الأجهزة الحكومية في المملكة العربية السعودية). كما يمكن أن تظهر دوافع وأهداف معينة تحفِّز قطاعًا معينًا كقطاع

الصناعة أو التجارة للعمل معاً ضمن سحابة مشتركة ذات أهداف متشابهة، لاستغلال موارد السحابة لمن يشترك فيها.

٤- السحابة الهجينة:

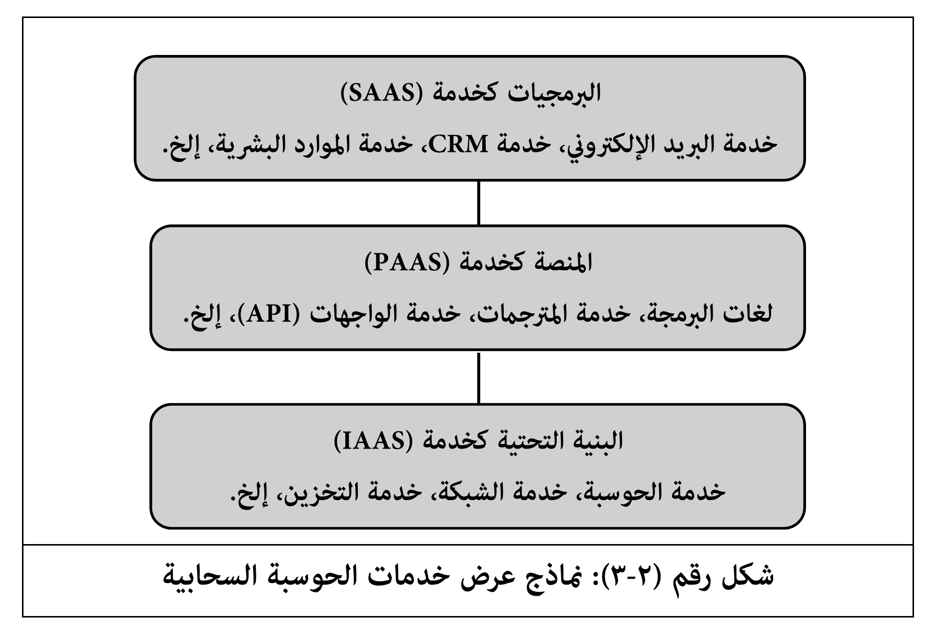
يتكون هذا النموذج من أنواع الحوسبة السحابية من اثنين أو أكثر من أنواع السحابة (كالسحابة الخاصة، أو العامة، أو المجتمعية)، بحيث تكون البنية التحتية لكل نوع مستقلة عن النوع الآخر، لكن ترتبط مع بعضها البعض عبر قناة اتصال مشفرة تسمح بتناقل البيانات وتشغيل التطبيقات والخدمات الإلكترونية فيما بينها. إنَّ استقلالية كل نوع من السحابات المرتبطة يسمح للمستفيد أن يقوم بتخزين بياناته الخاصة على السحابة الخاصة، وفي الوقت نفسه يستغل القدرات التي توفرها الموارد الحاسوبية في السحابة العامة؛ كتشغيل تطبيقات أو خدمات إلكترونية، قد يكون تملُّكها مكلفًا مادياً، على البيانات المخزنة في السحابة الخاصة. هذه الممارسة تخفِّف كثيراً من مستوى المخاطرة التي قد تتعرض لها البيانات الخاصة بالجهة، عن طريق تجنُّب تخزينها في مكون السحابة العامة، والاحتفاظ بها لديها في السحابة الخاصة.

بعد أن تمّ إعطاء نبذة موجزة عن نماذج نشر وإطلاق خدمات الحوسبة السحابية في هذا الفصل، سيتم التوسُّع في تفصيل هذه النماذج شرحاً وتوضيحاً، وبيان الفوائد والمساوئ المرتبطة بكل نموذج في الفصل الرابع.

٣/٢/٢ نماذج خدمات الحوسبة السحابية:

يتيح مزودو الحوسبة السحابية خدماتهم بناءً على نماذج مختلفة، ومن أشهرها النموذج المعياري الذي يقدِّمه المعهد الوطني للمعايير والتقنية (NIST)، والمعروف اختصاراً بنموذج (SPI) الذي يعني خدمة – منصة - بنية تحتية (Service-Platform-Infrastructure). يتكون هذا النموذج من ثلاث طبقات متجاورة بشكل رأسي، كما يوضح الشكل رقم (٢-٣) أدناه، وهي من الأعلى إلى الأسفل: (١) طبقة البرمجيات كخدمة (SaaS – Software as a Service)، و(٢) طبقة المنصة كخدمة (PaaS – Platform as a Service)، و(٣) طبقة البنية التحتية كخدمة (IaaS – Infrastructure as a Service)، (كلو، ٢٠١٥؛ حسين وآخرون، ٢٠١٢). ويتم استخدام هذا النموذج بشكل أساسي لتوضيح كيفية توزيع الخدمات التي تتيحها الموارد الحاسوبية الموظفة في الحوسبة السحابية بشكل نظري أو تجريدي يسهل معه فهم طبيعة الخدمات المقدمة وتصنيفها. ولا يعني بالضرورة تصوير هذه الخدمات

بشكل متتالٍ ورأسي أن يرتبط استخدام طبقة معينة باستخدام طبقة أخرى، فعلى سبيل المثال، من الممكن أن يتم تزويد خدمات البرمجيات كخدمة (SaaS) بشكل مباشر دون استخدام خدمات طبقتي المنصة كخدمة (PaaS) والبنية التحية كخدمة (IaaS)، وبالطريقة نفسها يمكن لمستفيد أن يقوم بتشغيل برنامج ما على طبقة البنية التحية كخدمة (IaaS) وبشكل مباشر دون الحاجة لإنشاء برمجية كخدمة (SaaS) تساعد في تنفيذ البرنامج.



شكل رقم (٢-٣): نماذج عرض خدمات الحوسبة السحابية

يتيح نموذج البرمجيات كخدمة (SaaS) للمستفيد إمكانية الاستخدام والوصول إلى التطبيقات البرمجية، التي يملكها ويستضيفها مزود الخدمة أو المورِّد، عبر شبكة الإنترنت، على أن يبقى أمر صيانة وإدارة المنصة والبنية التحتية المشغِّلة للتطبيق البرمجي متروكاً لمزود الخدمة. أما في نموذج المنصة كخدمة (PaaS) فيقوم مزود الخدمة بعرض منصة محوسبة تشمل أنظمة التشغيل (OSs)، وبيئات تطوير وتنفيذ التطبيقات البرمجية، وأنظمة قواعد البيانات، وخوادم الشبكة العنكبوتية، وخدمات أخرى مرتبطة بأنظمة التشغيل عبر شبكة الإنترنت دون الحاجة لأن يقوم المستفيد بتنزيل وتركيب هذه الأنظمة على جهازه المحلي؛ وبذلك يُترك أمر صيانة وترقية هذه الأنظمة لمزود الخدمة. أخيراً، يتيح نموذج البنية التحتية كخدمة (IaaS) إمكانية عرض مكونات الحوسبة الأساسية (كالأجهزة والمعدات، والخوادم، ومكونات الشبكة) للاستخدام كخدمة مقدمة من مزود الخدمة إلى المستفيد بناءً

على الطلب؛ مما يعني إتاحة مستوى تحكم أعلى للمستفيد مقارنة بنموذجي البرمجيات كخدمة (SaaS) والمنصة كخدمة (PaaS). وفيما يلي يتمُّ إعطاء بعض التفاصيل عن كل واحد من هذه النماذج الثلاثة.

١. نموذج البرمجيات كخدمة (SaaS):

يتيح هذا النموذج للمستفيد إمكانية الاستخدام والوصول إلى التطبيقات البرمجية التي يملكها ويستضيفها مزود الخدمة، بحيث يتم تشغيل هذه التطبيقات على بنية تحتية سحابية تخصُّ مزود الخدمة وتُدار من قِبله، وتشمل الشبكة الحاسوبية، والخوادم، وأنظمة التشغيل، والتخزين. كما يمكن في هذا النموذج أن يتم الوصول إلى الخدمات المتاحة عبر أجهزة إلكترونية متعددة من خلال واجهة بسيطة (thin client interface) للمستفيد، تشمل مستعرضَ الويب (كالبريد الإلكتروني على الويب)، أو عبر واجهة برنامج معين. ولا يمكن للمستفيد في هذا النموذج الإدارة أو التحكم في موارد البنية التحتية للسحابة، إلا أنه يمكن أن يُعطَى في حالات نادرة صلاحية التحكُّم في الإعدادات الخاصة بتهيئة البرمجيات التي يعمل عليها، وبشكل محدود. ومن الأمثلة على تطبيقات البرمجيات كخدمة: استخدام تطبيق إدارة علاقات المستفيدين (CRM)، وتطبيق برمجيات المحاسبة عبر الإنترنت، وتطبيقات ذكاء الأعمال.

٢. نموذج المنصة كخدمة (PaaS):

يتيح هذا النموذج للمستفيد إمكانية تهيئة وتطوير ونشر برمجياته الخاصة به، بحيث تعمل على منصة محوسبة يمتلكها ويستضيفها مزود الخدمة، وتشمل-على سبيل المثال- أنظمة التشغيل (OSs)، وبيئات تطوير وتنفيذ التطبيقات البرمجية، وأنظمة قواعد البيانات، وخوادم الشبكة العنكبوتية. ويتمُّ تخصيص هذه الموارد أو جزء منها بناءً على طلب المستفيد المبني على حاجاته، ويتم تشغيلها عبر شبكة الإنترنت دون الحاجة لأن يقوم المستفيد بتنزيل وتركيب هذه الأنظمة على أجهزته الإلكترونية في موقع عمله. لا يُناط بالمستفيد في هذا النموذج مسؤولية التحكم وإدارة البنية التحتية السحابية ومواردها، حيث تعود مسؤولية عمل ذلك إلى مزود الخدمة، لكن يمكن للمستفيد أن يتحكم في تطبيقاته البرمجية التي يزمع نشرها، وفي الإعدادات الخاصة بالبيئة التطويرية لهذه التطبيقات. وبمعنى آخر، يستفيد العميل من توفُّر إطار عمل جاهز للتطوير والاختبار والتشغيل. أما مزود الخدمة فينبغي أن يعمل على تهيئة شبكته الحاسوبية وخوادمه وأماكن التخزين وتجهيزها

للاستخدام بكفاءة عالية، كما ينبغي عليه إدارة هذه الموارد وصيانتها ومراقبة خاصية القابلية للتوسُّع في مستويات استخدام هذه الموارد متى ما طلب العميل ذلك، وهو الذي يرى ويتوقع أن الحوسبة السحابية يمكن أن توفِّر له مستويات لا محدودة من الموارد التي يحتاجها. وفي المقابل يُتوقَّع من العميل الدفع المادي مقابل مستوى الخدمة التي يطلبها ويتم تخصيصها له، تحقيقاً لمبدأ الدفع حسب الاستخدام (pay-as-per-use). ومن الأمثلة على خدمات المنصة كخدمة (PaaS)، خدمة محرك تطبيقات قوقل (Google App Engine)، وهو عبارة عن منصة حوسبة سحابية يتم استخدامه لتطوير واستضافة تطبيقات الويب في مراكز البيانات الخاصة بقوقل والمنتشرة في أماكن متفرقة من العالم. كما أن ويندوز أزور (Windows Azure) هو مثال آخر على المنصة كخدمة (PaaS)، والتي تعمل بشكل مشابه لمحرك تطبيقات قوقل إلا أنها تقوم بعرض خدمة إضافية متمثلة في البنية التحتية كخدمة حسب حاجة العميل، ومن الأمثلة الأخرى أيضاً: منصة هيروكو (Heroku)، ومنصة (Force.com)، ومنصة (Apache Stratos)، ومنصة (AWS Elastic Beanstalk).

٣. نموذج البنية التحتية كخدمة (IaaS):

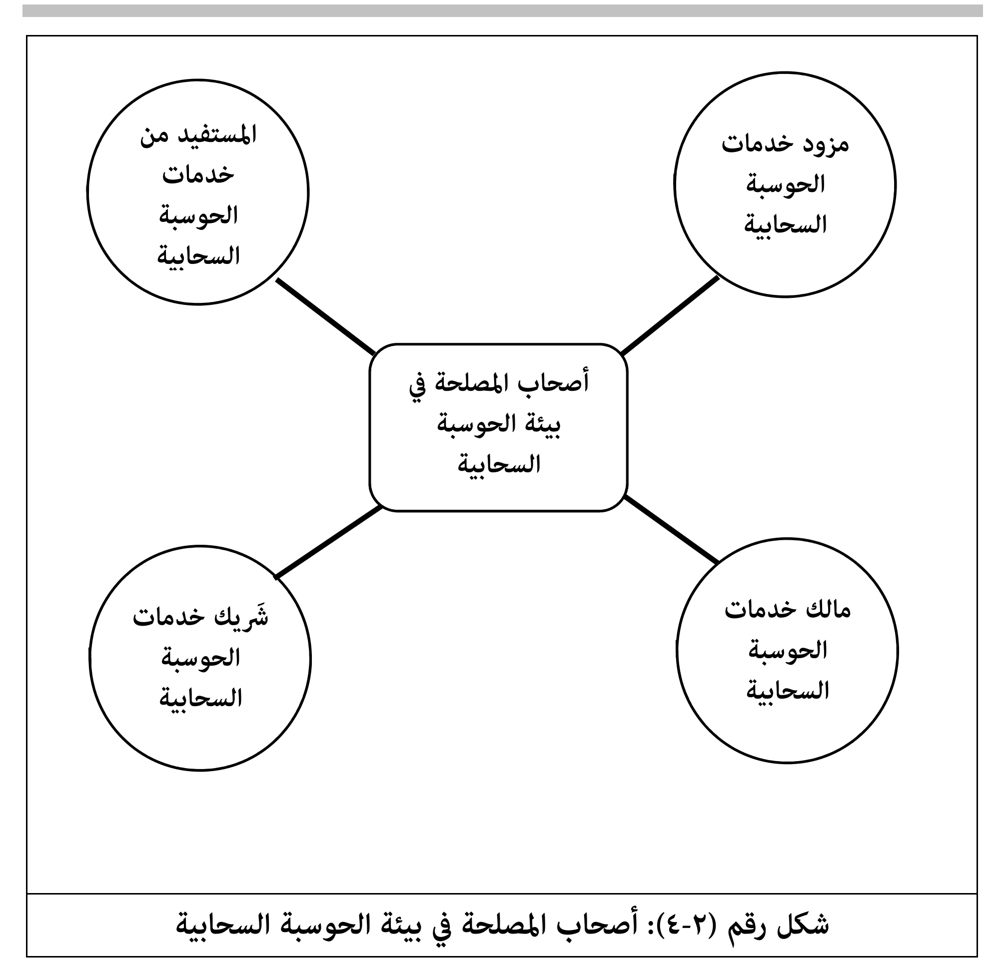
يتيح هذا النموذج للمستفيد إمكانية التزود بالقدرات الحاسوبية الأساسية، سواءً أكانت مادية أم افتراضية، كالمعالجة والتخزين والشبكات والخوادم، من قِبل مزود الخدمة، وبناءً على مبدأ الدفع حسب الاستخدام (pay-as-per-use). كما يتيح هذا النموذج للمستفيد مستوى أعلى من الإدارة والتحكم في البنية التحتية التي يتيحها مزود الخدمة مقارنة بنموذجي البرمجيات كخدمة (SaaS) والمنصة كخدمة (PaaS)، ويشمل ذلك التحكم في أنظمة التشغيل التي يريدها ويخصصها المستفيد، والتحكم في خوادم التخزين، والتحكم في التطبيقات البرمجية التي تعمل عليها، ومستوى أقل من التحكم في مكونات الشبكة (كالجدران النارية). كما يمكن للمستفيد التوسُّع في مستويات وكميات هذه المكونات بالزيادة أو التخفيض بناءً على حاجاته المتغيرة. ويبقى أمر الإشراف والاستضافة والصيانة والترقية لكل هذه الموارد من مسؤولية مزود الخدمة؛ مما يتيح للعميل التركيز على إنجاز مهامه فقط. ومن الأمثلة على خدمات البنية التحتية كخدمة (IaaS): خدمة أمازون السحابية (Amazon Web Services - AWS)، وخدمة سيسكو ميتابود (Cisco Metapod)، وخدمة مايكروسوفت أزور (Microsoft Azure)، وخدمة محرك الحوسبة من قوقل (Google Compute Engine - GCE)، وخدمة جوينت (Joyent).

٣/٢ أصحاب المصلحة في بيئة الحوسبة السحابية:

يحتم تنوُّع وتشعُّب بيئة الحوسبة السحابية وجود أدوار بشرية متعددة يمكن أن يقوم بها أصحاب المصلحة تفاعلاً مع المكونات الأساسية للحوسبة السحابية (البرمجيات - SaaS، المنصة - PaaS، البنية التحتية – IaaS). ويعتمد دور صاحب المصلحة على طبيعة المهام المسندة، وطبيعة التفاعل مع السحابة ومواردها التقنية المستضافة. وتشارك كلٌّ من الأدوار التالية في تنفيذ المسؤوليات المنوطة بها فيما يخصُّ نشاط السحابة المرتبط بها.

١/٣/٢ مزود خدمات الحوسبة السحابية:

يشير مصطلح مزود خدمات السحابة (Cloud Services Provider - CSP) إلى المنظمة أو الفرد الذي يقوم بتزويد الموارد التقنية السحابية على شكل خدمات، تشمل (البرمجيات - SaaS، المنصة - PaaS، البنية التحتية – IaaS). ويصبح المزود مسؤولاً عن تسليم وصيانة وإدارة الخدمة الموجهة للمستفيد استناداً على ما هو متفَق عليه في بنود اتفاقية مستوى الخدمة (SLA)، وبذلك يضمن مزود الخدمة استمرارية عمل الخدمات تحت أي ظرف قد يعيق تقديمها. ومما هو جدير بالذكر أن مزود الخدمة قد يكون في بعض الحالات أيضاً مالكًا للموارد التقنية المتاحة للاستئجار من قِبل المستفيد، وفي حالات أخرى قد يشتري مزود الخدمة تلك الموارد التقنية من مزود خدمة آخر. انظر الشكل رقم (٢-٤). من الأمثلة على أبرز مزودي خدمات السحابة دولياً: شركة أمازون (Amazon)، وشركة قوقل (Google)، وشركة مايكروسوفت (Micosoft)، وشركة راك سبيس (Rackspace)، وشركة أوراكل (Oracle). أما محلياً فتأتي شركة الاتصالات السعودية (STC) وشركة موبايلي (Mobily) كأبرز مزودي الخدمة داخل المملكة العربية السعودية.



شكل رقم (٢-٤): أصحاب المصلحة في بيئة الحوسبة السحابية

٢/٣/٢ المستفيد من خدمات الحوسبة السحابية:

يشير مصطلح المستفيد من (أو مستخدم) خدمات السحابة (Cloud Services User - CSU)، إلى المنظمة أو الفرد الذي يقوم باستخدام (أو استهلاك) الموارد التقنية السحابية والمتاحة على هيئة خدمات، تشمل (البرمجيات - SaaS، المنصة - PaaS، البنية التحتية – IaaS)، والمقدَّمة من قِبل مزود خدمة سحابية يختاره المستفيد. ومن أشهر الخدمات السحابية التي يستهدفها المستفيد: خدمة البريد الإلكتروني، وخدمة الوثائق والجداول الإلكترونية، وخدمة النسخ الاحتياطي.

٣/٣/٢ مالك خدمات الحوسبة السحابية:

يشير مصطلح مالك خدمات السحابة (Cloud Services Owner -CSO) إلى المنظمة أو الفرد الذي يمتلك الخدمة السحابية. الجدير بالذكر أن مالك الخدمة ليس بالضرورة أن يكون مزوداً لها أيضاً، فيمكن أن يقوم المالك بالاستعانة بمزود خدمة كطرف ثالث ليصبح وسيطاً له لإتاحتها للعموم.

٤/٣/٢ شَريك خدمات الحوسبة السحابية:

يشير مصطلح شَريك خدمات السحابة (Cloud Services Partner) إلى المنظمة أو الفرد (كمطوّر التطبيقات، أو مزود البرمجيات، أو مزود التجهيزات المادية، أو أخصائي أنظمة، أو مدقق تقييم بيئة السحابة، أو ناقل الخدمة السحابية، أو الوسيط بين المزود والمستفيد) الذي يقدِّم الدعم والمساندة في بناء وتجهيز وصيانة وإدارة الخدمة السحابية المقدَّمة من قِبل مزود الخدمة. ويحدِّد المعهد الوطني للمعايير والتقنية (NIST) ثلاث فئات، إضافةً إلى المزود والمستفيد، بأدوارهم ومسؤولياتهم كشركاء في الخدمات السحابية، وهم: الوسيط (وهو الذي يدير العلاقة بين المزود والمستفيد)، ومدقق تقييم الخدمات السحابية، وناقل السحابة (وهو الذي يزود خدمة الاتصالات ونقل البيانات اللازمة للخدمات السحابية)، (Hogan et al., 2011).

٤/٢ أهداف وفوائد الحوسبة السحابية:

يكمن الهدف الرئيسي من الحوسبة السحابية في مساندة ومساعدة المنظمات في تحسين مقدرتها على تحقيق أهداف أعمالها بكفاءة وفعالية. ونظراً لتباين تلك الأهداف من منظمة إلى أخرى حسب طبيعة عمل المنظمة، سواءً كان هذا العمل اقتصادياً أو صناعياً أو حتى تقنياً؛ فإن البيئة التي تتيحها الحوسبة السحابية لكل منظمة تسهم في تقديم مجموعة من الفرص الجاذبة لكلٍّ من مزود خدمات الحوسبة السحابية والمستفيد من تلك الخدمات. فعلى مستوى مزود الخدمة، يأتي استثماره وامتلاكه لبنى تحتية تقنية-متمثلةً في وجود مراكز بيانات ضخمة، وشبكات اتصال واسعة وسريعة غير مستغلة بالكامل-دافعاً لاستغلال وتوظيف هذه الموارد بشكل أمثل، والانتفاع بها عن طريق تأجيرها للمستفيدين لزيادة مستوى الدخل المادي؛ وبالتالي تحقيق الأهداف الاقتصادية للمنظمة. إضافةً إلى ذلك، فإن خيار المنظمة في دخول عالم الحوسبة السحابية كمزود خدمة يسهم في تحقيق المنظمة لهدف الاحتفاظ بعملائها وزيادتهم أيضاً، فعلى سبيل المثال، وفَّر منتج مايكروسوفت أزور

(Microsoft Azure) طريقاً مباشراً لنقل العملاء الحاليين من بيئة تطبيقات مايكروسوفت التقليدية (على سبيل المثال، تطبيق مايكروسوفت إس كيو إل سيرفر – Microsoft SQL Server) إلى بيئة السحابة لدى مايكروسوفت. أما على مستوى المستفيد من الخدمة، فإن الفرص الجاذبة تتمثل في عدة عوامل، هي: (١) تقليل الإنفاق المادي على البنى التحتية التقنية، ورفع مستوى خاصية الوصول إلى الموارد التقنية من أي مكان، وباستخدام أي جهاز إلكتروني مناسب. (٢) تحسين خاصية المرونة والقابلية للتوسُّع بناء على حاجة المستفيد؛ مما يسمح بزيادة أو تخفيض مستوى استخدام الموارد (على سبيل المثال، زيادة أو خفض عدد وحدات التخزين المستهدفة حسب الحاجة). (٣) تحسين مستوى الانتفاع من الموارد التقنية، فبدلاً من امتلاك المورد التقني واستخدامه عدد ساعات محددة في اليوم، وبقائه ساكناً في بقية اليوم، يدفع المستفيد مقابل الوقت الذي يستخدم فيه ذلك المورد. (٤) تبسيط وتسهيل عملية النسخ الاحتياطي والاستعادة من الكوارث بالنسبة للمستفيد، وفي وقت أسرع. (٥) ضمان الحصول على مستوى متفق عليه من إتاحة الخدمات السحابية بناءً على اتفاقية مستوى الخدمة.

هناك ثلاثة من الأهداف العامة التي تسهم الحوسبة السحابية في تقديمها لأصحاب المصلحة من المزودين أو المستفيدين، انظر الجدول رقم (٢-١).

جدول رقم (٢-١): الأهداف العامة للحوسبة السحابية

رقم	الهدف العام
١	المساعدة في تحقيق تخطيط الطاقة الاستيعابية للموارد التقنية.
٢	تقليل التكلفة المادية.
٣	رفع مستوى المرونة للمنظمة.

الهدف الأول: المساعدة في تحقيق تخطيط الطاقة الاستيعابية للموارد التقنية.

يشير تخطيط الطاقة الاستيعابية للموارد التقنية في أي منظمة إلى عملية تحديد وتحقيق الطلبات المستقبلية للمنظمة من الموارد التقنية والخدمات والمنتجات الإلكترونية. وفي السياق نفسه، يشير مصطلح الطاقة الاستيعابية للمورد التقني إلى الحد الأقصى من

مستوى استخدام الموارد التقنية القادر على إنجاز وتحقيق الطلبات ضمن فترة زمنية معطاة. ويمكن أن ينتج عن الفرق بين الطاقة الاستيعابية لمورد تقني محدد ومقدار الطلب عليه نظام عمل، إما أن يكون غيرَ فعَّال لتقديمه قدراتٍ تفوق الحاجة، أو أن يكون النظام عاجزًا عن سدِّ حاجة المستفيد لضعف قدراته. ويركز تخطيط الطاقة الاستيعابية للموارد التقنية على تقليل توابع هذا الفرق أو الفجوة، من أجل تحقيق كفاءة أداء يمكن التنبؤ بها مقدماً. وبذا فإن الحوسبة السحابية تسهم في تحقيق هذا الهدف بالنسبة للمنظمة المستفيدة عن طريق قدرة الحوسبة السحابية على التوسُّع والانكماش في طلب الموارد التقنية، بناءً على حاجة المستفيد في أي وقت، ومن أي مكان. كما أن الحوسبة السحابية تتيح لمزود الخدمة التعرف على قدراته التقنية قبل الارتباط مع المستفيدين، وفي الوقت نفسه تتيح له خاصية التوسُّع في القدرات عن طريق الاستفادة من قدرات مزودين آخرين، إذا دعت الحاجة لذلك.

الهدف الثاني: تقليل التكلفة المادية:

بالنسبة للمستفيد من خدمات الحوسبة السحابية، فإن التكاليف المادية الباهظة تشكل تحدياً كبيراً لدى المنظمات والأفراد ومستخدمي التقنية التقليدية لإنجاز أعمالهم، وتتمثل هذه التكاليف في مصاريف إنشاء وتجهيز مراكز البيانات، وشراء رُخص البرمجيات، وصيانة البنية التحتية التقنية، إلخ. وجاء ظهور الحوسبة السحابية محفزاً للمنظمات والأفراد للتركيز على إنجاز أعمالهم الرئيسية دون الحاجة للتركيز على الجوانب التقنية التي أصبحت متوفرة من خلال مزودي الحوسبة السحابية الذين يقدمون خدمات جاهزة للاستخدام: كخدمة البنية التحتية التقنية (الشبكات والخوادم والتطبيقات البرمجية)، وخدمة المنصة (كأنظمة التشغيل وأنظمة قواعد البيانات)، وخدمة البرمجيات (كتطبيقات الموارد البشرية والمالية الإلكترونية). هذا التحوُّل الرئيسي في تقديم الخدمات يساعد في تخفيض التكاليف المادية على المنظمات والأفراد (سيد، ٢٠١٣)، حيث اقتصرت تلك التكاليف على الاستخدام الفعلي فقط، وعلى حجم الطلب (مثال، عدد الوحدات التخزينية المطلوبة من المستفيد)، ويمكن تشبيه طرق احتساب التكلفة المادية لاستخدام خدمات الحوسبة السحابية بنظيرتها تلك في استخدام الخدمات العامة، كالماء والكهرباء. إضافة إلى ذلك، ساعد الانتقال إلى الحوسبة السحابية في تقليل الجهود الإدارية المبذولة من جهة المستفيد، حيث اقتصرت تلك الجهود على صيانة الأجهزة الحاسوبية المستخدَمة والتحكم فيها للوصول إلى موارد الحوسبة

السحابية التي يوفرها المزود دون الحاجة إلى صيانة تلك الموارد أو مراقبتها من جهة المستفيد.

أما بالنسبة لمزود خدمات الحوسبة السحابية فإن إمكانية مشاركة الموارد الحاسوبية التي تتيحها الحوسبة السحابية بين عدة مستفيدين مستقلين عن بعضهم البعض، يسمح بمشاركة التكاليف المادية أيضاً؛ مما يؤدي ليس فقط إلى تحسين مستوى الاستخدام والكفاءة للموارد الحاسوبية، خصوصاً في تلك الحالات التي لا يكاد يتخطى مستوى الاستخدام ١٠% إلى ٢٠%؛ بل إلى توفير استهلاك الطاقة تحقيقاً لمبدأ التقنية الخضراء (Green IT) من خلال خصائص تقنية تساعد على موازنة الأعباء فيما بين الموارد، ومن خلال تخصيص المهام والتحكم والرقابة الذاتية الآنية. وبذا فإن المحصلة النهائية لمشاركة كل هذه التكاليف المادية هو رفع نسبة العائد على الاستثمار بالنسبة لمزود الخدمة، عند توزيع قدرات ووقت المورد الحاسوبي على أكثر من مستفيد في الوقت نفسه.

الهدف الثالث: رفع مستوى المرونة للمنظمة:

تحتاج أي منظمة إلى زيادة مقدرتها على التكيُّف والتطور لمواجهة المتغيرات الداخلية والخارجية المحيطة بنجاح. وعادةً ما يتم قياس مرونة المنظمة من خلال مدى استجابتها بفعالية لهذه المتغيرات. وتزداد أهمية هذه المرونة في حالات يكون فيها الجمود أو عدم الاستجابة أمراً غير مقبول تنافسياً وأداءً للعمل المطلوب. فعلى سبيل المثال، من المتعارف عليه أن متطلبات الأعمال تتغير وتتبدل مع مرور الوقت، حتى أثناء سريان المشروع التقني. فقد يكون هناك قيود تقنية متعلقة بمحدودية الموارد الحاسوبية تمنع المنظمة من الاستجابة بفعالية لتذبذبات الاستخدام للخدمات الإلكترونية (على سبيل المثال، توقع أن يكون عدد المتقدمين إلكترونياً لعروض وظيفية معينة ١٠٠ ألف، في حين أن العدد الفعلي يكون ٢٠٠ ألف متقدم؛ الأمر الذي قد يسبب عطلاً تقنياً لموقع الجهة الإلكتروني). وفي حالات أخرى، قد تتطلب حاجة العمل رفع مستوى الإتاحة والاعتمادية للخدمات الإلكترونية المقدمة. حتى وإن كانت الموارد الحاسوبية والبنية التحتية كافية لدعم مستويات استخدام عالية، إلا أن طبيعة الاستخدام نفسه قد تولِّد أخطاءً أثناء وقت التشغيل، والتي قد تعطل الخوادم المستضيفة للخدمة الإلكترونية. وفي هذه الحالة، فإن نقص مستوى الاعتمادية في البنية التحتية التقنية قد يهدِّد استمرارية الأعمال، وبالتالي ينخفض مستوى الاستجابة لمتطلبات المستفيد. أما أسوأ الحالات المتغيرة فتتمثل في إمكانية أن يتم اتخاذ قرار داخل المنظمة ضد

استمرارية المشروع التقني لأي سبب من الأسباب (على سبيل المثال: ارتفاع مستوى التكاليف، أو تقلص الكفاءات التقنية)؛ الأمر الذي يتطلب توقف العمل، وبالتالي تعرُّض المنظمة لمخاطر عدم تحقيق أهدافها الإستراتيجية.

إن سرد هذه الحالات التي قد يكون حدوثها ممكناً، يأتي على سبيل إبراز مدى أهمية تقنية الحوسبة السحابية وتوفيرها بيئة تساعد على الاستجابة السريعة للمتغيرات المحيطة، الداخلية والخارجية، بنجاح. وتتمثل هذه المرونة في سرعة إمكانية التوسُّع في البنى التحتية التقنية لمواجهة الطلب في أوقات الذروة، والكفاءة والرشاقة في إدارة الموارد الحاسوبية باستخدام التقنية الافتراضية، والاعتمادية والموثوقية في استمرارية الأعمال واستمرارية الإتاحة؛ لوجود إمكانية توزيع أحمال المهام بين العديد من مراكز البيانات أو بين العديد من السُّحب المتاحة، ومن ثَم تجنُّب أوقات توقُّف الأعمال وزيادة إتاحتها.

جدول رقم (٢-٢): الفوائد العامة للحوسبة السحابية

رقم	الفائدة العامة
١	الوصول المريح والسريع.
٢	المرونة في العمل والاستجابة السريعة.
٣	عولمة الموارد البشرية العاملة في الحوسبة السحابية.
٤	تقليص التكاليف المادية.
٥	زيادة فعالية تخطيط المشاريع التقنية ورفع نسب نجاحه.

الفوائد العامة للحوسبة السحابية:

على الرغم من استعراضنا للعديد من الجوانب المفيدة لاستخدام الحوسبة السحابية من خلال التطرُّق إلى خصائصها وأهدافها وأساسياتها في الأجزاء السابقة من هذا الكتاب، إلا أننا في هذا الجزء نستعرض بشكل أكثر تركيزاً أبرزَ الفوائد العامة التي قد يجنيها أصحاب

المصلحة من تبني واستخدام الحوسبة السحابية، انظر الجدول رقم (٢-٢). وهذه الفوائد هي:

١- الوصول المريح والسريع:
عند تخزين البيانات وتواجد التطبيقات الإلكترونية في السحابة، يمكننا الوصول لها بسهولة وسرعة كافية في أي وقت، ومن أي مكان، وباستخدام أي جهاز محوسب ذكي، سواءً كنَّا في العمل أو المنزل.

٢- المرونة في العمل والاستجابة السريعة:
تماشياً مع المتغيرات المحيطة ببيئة العمل سواءً كانت داخلية أو خارجية، توفِّر الحوسبة السحابية بيئةً تقنيةً سريعة الاستجابة ومرنة لاستمرارية تغيّر متطلبات العميل، دون أن يخل ذلك بسير العمل إيقافاً أو إبطاءً.

٣- عولمة الموارد البشرية العاملة في الحوسبة السحابية:
حيث إنَّ الوصول لموارد الحوسبة السحابية (خدمات إلكترونية، وقواعد بيانات، وخوادم، وبيئات تطوير برمجية) يرتبط بوجود اتصال فعَّال عبر شبكة الإنترنت، إذ أصبح توظيف كوادر مؤهلة منتشرة في أماكن متفرقة حول العالم للعمل على استخدام وتطوير وترقية منتجات تقنية أمراً ميسراً وفعّالاً. فعلى سبيل المثال، تشير التقارير المنشورة عن شركة الأعمال التقنية (IBM)، الأمريكية أنها وظَّفت ما يقارب ١٠٠،٠٠٠ موظف من دولة الهند للعمل عن بُعد في منتجات تقنية متعددة (المصدر: مجلة عالم الحاسب - Computer World – الكاتب: باتريك ثيبوديو – ٢٠١٢م).

٤- تقليص التكاليف المادية:
تشمل التكاليف التي تساعد الحوسبة السحابية على تجنُّبها أو تخفيضها: تكاليف الإنفاق على البني التحتية التقنية، وتكاليف صيانة الموارد الحاسوبية ورخص البرمجيات، وتكاليف تدريب الكوادر البشرية على استخدام البرمجيات والتجهيزات المادية، حيث إنَّ الحوسبة السحابية تحتاج إلى عدد أقل من الموارد البشرية مقارنةً باقتناء المنظمة لمركز بيانات خاص بها.

٥- زيادة فعالية تخطيط المشاريع التقنية ورفع نسب نجاحه:
توفر المرونة التي تتيحها الحوسبة السحابية إمكانية التوسُّع والانكماش في طلب الموارد التقنية بناءً على الحاجة، الأمر الذي يمكّن المستفيد من التكيف بسهولة مع الميزانية المرصودة للمشروع التقني.

٥/٢ مخاطر وتحديات الحوسبة السحابية:

بشكل عام، تتمثل أكثر المخاطر المتعلقة بالحوسبة السحابية في ارتباطها واعتمادها على الاتصال بالإنترنت، فعند فَقْد الاتصال بها نكون قد فقدنا الاتصال بالسحابة تماماً، وبالتالي يتعذر وصولنا إلى البيانات والتطبيقات الإلكترونية. هذه النقطة الرئيسية تمثل مخاطرة ليس فقط للمستفيد من الحوسبة السحابية، بل أيضاً تشكل تهديداً لمزود الخدمات؛ كونها تعيق إيصال خدماته للعملاء. ومن ناحية أخرى، ترتبط أغلب المخاطر الأخرى بالمستفيد من الخدمات، الذي يستخدم موارد السحابة، وبالذات الموجود منها على نموذج السحابة العامة. وفيما يلي يتم التطرُّق إلى هذه المخاطر. انظر الجدول رقم (٢-٣).

جدول رقم (٢-٣): مخاطر للحوسبة السحابية

رقم	المخاطرة
١	المخاطر الأمنية.
٢	انخفاض مستوى الحوكمة والتحكم التشغيلي.
٣	محدودية إمكانية التنقل بين مزودي السحابة.
٤	القضايا القانونية والالتزام الدولي.

١- المخاطر الأمنية:

إن نقل البيانات والتطبيقات الخاصة بالمستفيد ليتم تخزينها وتشغيلها على موارد السحابة العائدة ملكيتها إلى مزود السحابة-يعني أن المسؤولية الأمنية تصبح مشتركة مع مزود السحابة. ويتطلب استخدام موارد السحابة والتعامل معها عن بُعد أن يزيد المستفيد من حدود ثقته، لتشمل التعامل مع موارد السحابة الخارجية. قد يكون من غير المألوف تأسيس نموذج أمني يسمح بزيادة حدود هذه الثقة دون تقديم بعض التنازلات مقابل الفوائد المتوقعة، ما لم يدعم كلٌّ من المستفيد والمزود إطاراً أمنياً متطابقاً تماماً، الأمر الذي يُعتبر صعب المنال على مستوى السحابة العامة. ومن ناحية أخرى، يتم الحكم على المستوى الأمني المتاح للبيانات والتطبيقات بناءً على الإجراءات الأمنية المطبقة والمتفق عليها بين كلٍّ

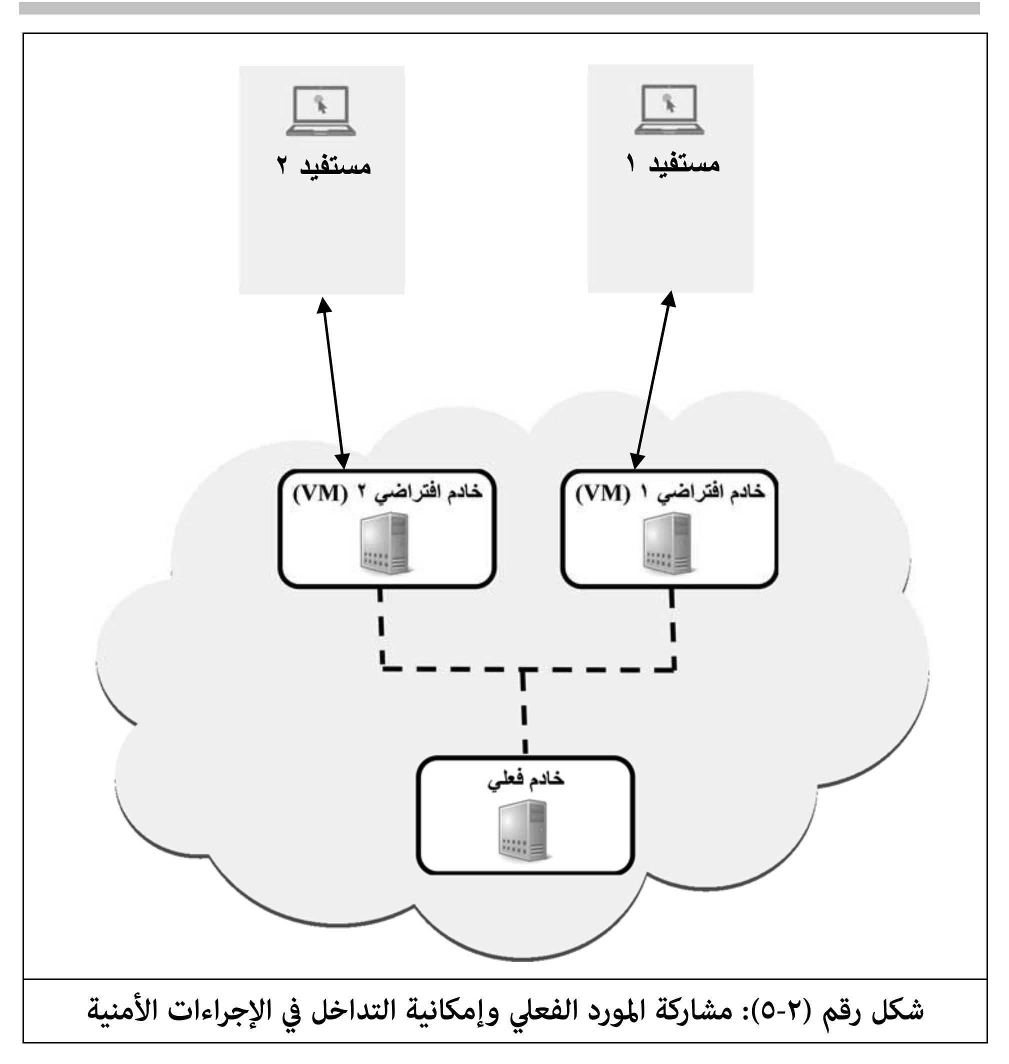
من المستفيد والمزود المستضيف. لذا فإنه من المتوقع أن يصبح لدينا تداخلٌ بائنٌ بين الإجراءات الأمنية لكل مستفيد مع نفس المزود؛ نظراً لأنَّ المورد التقني على السحابة العامة يُعتبر مشتركاً بين أكثر من مستفيد. لذا فإن إمكانية تداخل الإجراءات الأمنية بين المستفيدين وتعريض البيانات والتطبيقات للانكشاف من الآخرين، يتيح المجال للتعرُّض للهجوم الإلكتروني، ومن ثَمَّ إمكانية تعرُّض البيانات والتطبيقات للوصول غير المشروع. ويوضح الشكل رقم (٢-٥) سيناريو لمنظمتين مستفيدتين تتشاركان في نفس المورد التقني على سحابة عامة (مشاركة خادم فعلي واحد من خلال خادمين افتراضيين اثنين)، الأمر الذي قد ينتج عنه تداخلٌ في الإجراءات الأمنية. وقد يبدو تحدياً بالنسبة لمزود السحابة توفيرُ آلية أمنية تتسع للمتطلبات الأمنية لكل من المنظمتين المستفيدتين. وسيتم التطرق لموضوع الأمان في الحوسبة السحابية بشكل مفصَّل في الفصل الثامن.

٢- انخفاض مستوى الحوكمة والتحكُّم التشغيلي:

عند مقارنة مستوى التحكم التشغيلي في الموارد السحابية المتاح للمستفيد في السحابة بنظيره في بيئة التشغيل التقليدية، يتم ملاحظة انخفاض مستواه في البيئة السحابية. لذا فمن الطبيعي بروز تحديات عملية ترتبط بآليات تشغيل المزود للموارد السحابية، وبقنوات الاتصال المطلوبة للربط بين المزود والمستفيد. لنأخذ-على سبيل المثال-الحالتين التاليتين:

- قد لا يتمكن مزود الخدمة من الاستمرار في المحافظة على الضمانات الواردة في بنود اتفاقية مستوى الخدمة (SLA)؛ الأمر الذي قد يُعرِّض جودة الخدمة السحابية المقدَّمة للتذبذب في الأداء. وينحصر دور المستفيد، في هذه الحالة، في مطالبة المزود بإعادة الخدمة إلى وضعها المعتاد.
- يُحتم البُعد الجغرافي بين المزود والمستفيد ضرورة الاستعانة بأجهزة شبكية وسيطة، (network hops) لغرض التخزين المؤقت ثم التوجيه إلى الهدف. وقد ينتج عن ذلك إضافة المزيد من التأخير في إنجاز الأعمال. في هذه الحالة، لا يملك المستفيد حلاً عملياً إلا رفع مستوى سرعة نقل البيانات عبر شبكة الإنترنت، تفادياً للتأخير.

وعلى الرغم من ذلك، يمكن تخفيف هذه الهواجس من خلال بنود اتفاقية مستوى الخدمة (SLA)، والرقابة والتدقيق المستمرين.



شكل رقم (٢-٥): مشاركة المورد الفعلي وإمكانية التداخل في الإجراءات الأمنية

٣- محدودية إمكانية التنقل بين مزودي السحابة:

يؤدي القصور في وجود معايير واضحة ومتفق عليها على مستوى مزودي الخدمات السحابية إلى الحدِّ من إمكانية نقل تطبيقات وبيانات المستفيد من مزود إلى آخر، الأمر الذي قد يشكِّل تحدياً بالنسبة للمستفيد. إنَّ استمرار المستفيد مع مزود معين يعني أن حلوله التطبيقية وبياناته قد تمَّ تخصيصها بما يتناسب تماماً مع البيئة التقنية التي يوفِّرها ذلك المزود المستضيف. لذا فإنه حتى يتمكَّن المستفيد من نقل بياناته وتطبيقاته إلى مزود

آخر، فلا بُدَّ أن يوفِّر ذلك المزود الآخر بيئة تقنية متطابقة مع تلك الموجودة لدى المزود الأول، الأمر الذي يُعدُّ نادرَ الحدوث. وقد يبدو الأمر جاذباً بالنسبة لمزود الخدمة؛ كونه يضمن استمرارية عميله معه، إلا أنه يبدو مؤرقاً للمستفيد عند وقوع مشاكل أو أخطاء لا يُحتمل استمرارُها من المزود، والأسوأ هو إمكانية توقُّف المزود عن العمل وخروجه من سوق الحوسبة السحابية لأي سبب من الأسباب.

٤- القضايا القانونية والالتزام الدولي:

اقتصادياً، يسعى مزوِّد خدمات الحوسبة السحابية إلى تقليل تكاليفه وتعظيم أرباحه؛ لذا من المتوقع أن يقوم بتأسيس مراكز بياناته في مواقع جغرافية مريحة للعملاء، وبتكلفة مادية معقولة. وعند اختياره الاستفادة من الخدمات المتاحة على السحابة العامة، ففي الغالب لا يكون المستفيد من الخدمات مدركاً للموقع الجغرافي لتلك الخدمات، على سبيل المثال: موقع الخوادم المستضيفة للبيانات أو التطبيقات الإلكترونية. وقد يشكل ذلك لبعض المنظمات المستفيدة مخاطرة قانونية ذات علاقة بأنظمة ولوائح البلد المستضيف للمنظمة المستفيدة، حيث إنَّه من الممكن أن تحدد هذه اللوائح والأنظمة خصوصية للبيانات وإجراءات تخزينها. على سبيل المثال، تتطلب الأنظمة في المملكة المتحدة إلزامية أن يتم الاحتفاظ بالبيانات الشخصية الخاصة بمواطني المملكة المتحدة داخل حدودها. كما أن هناك قضيةً قانونيةً تتعلق بالإفصاح والوصول للبيانات، حيث إنَّ هناك بعض الدول تتطلب أن يتم الإفصاح عن بعض أنواع البيانات لبعض الجهات الحكومية في الدولة المستضيفة للبنى التحتية الخاصة بمزود الخدمة. على سبيل المثال، يمكن للجهات الحكومية الأمريكية الوصول بسهولة للبيانات المخزنة على أراضيها، استناداً إلى قانون باتريوت الأمريكي، (US Patriot Act).

وفي البحث المنشور في عام ٢٠٠٩م، قام أرمبرست وآخرون (Armbrust et al., 2009) بتصنيف التحديات والصعوبات التي يمكن أن تواجه الحوسبة السحابية، بشكل عام، إلى ثلاثة أصناف، هي:

١- تحديات تقنية متعلقة بتبنّي الحوسبة السحابية، وعددها ثلاثة:

- تحدي إتاحة الخدمة:

يشير إلى قدرة المستفيد على الاستمرارية في إمكانية الوصول إلى موارد الحوسبة السحابية (سواءً بيانات أو تطبيقات أو خدمات) في أي وقت، ودون انقطاع.

- تحدي حجز البيانات:

يشير إلى عدم قدرة المستفيد على نقل بياناته وبرامجه من مزود خدمة إلى مزود آخر عند رغبته في ذلك؛ بسبب عدم تطابق واجهات برامج التطبيقات، أو عدم تطابق مخازن البيانات وقواعدها، أو عدم تطابق التجهيزات المادية.

- تحدي خصوصية البيانات:

يشير إلى إمكانية فَقْد أو انكشاف بيانات المستفيد للأفراد أو المنظمات غير المصرَّح لهم عند تخزين البيانات في سحابة عامة تسمح بتشارك مواردها.

٢- تحديات تقنية متعلقة بنمو الحوسبة السحابية، وعددها خمسة:

- مأزق نقل البيانات:

يُطلَق على التطبيقات الإلكترونية العاملة في السحابة أنها كثيفة البيانات؛ لكثرة معالجتها لها. فعند افتراض أن تلك التطبيقات موزعة على أكثر من سحابة واحدة (وبالتالي تواجدها في أكثر من موقع جغرافي)، في هذه الحالة يصبح تحديد موقع البيانات الجغرافي وتناقلها من سحابة إلى أخرى أمراً معقداً ومكلفاً في الوقت نفسه، حيث إنَّ نقل كل تيرابايت من البيانات عبر شبكة الإنترنت يُكلّف ما متوسطه ١٠٠ إلى ١٥٠ دولارًا أمريكيًّا.

- عدم القدرة على التنبؤ بالأداء:

تتيح الحوسبة السحابية، كما ذكرنا سابقاً، إمكانية أن تتشارك العديد من الأجهزة الافتراضية في استخدام وحدات المعالجة المركزية (CPUs)، والذاكرة الرئيسية بشكل فعّال، لكن تبقى المشاركة في عمليات الكتابة على، والقراءة من (I/O)، وحدات التخزين الثانوية هاجساً يمكن أن يُبطِّئ وقت الاستجابة المتوقع من التطبيقات العاملة على السحابة، وبالتالي التأثير سلباً على الأداء عموماً.

- التخزين المرن:

إن من أهم الخصائص المميزة للحوسبة السحابية هو إتاحتها للاستخدام المؤقت (وهذا يعني إمكانية التوسُّع والانكماش في استخدام الموارد عندما تدعو الحاجة لذلك). وقد يبدو المعنى هنا واضحاً عند تطبيقه تقنياً، لكن لا

يبدو واضحاً كيف يمكن تطبيق هذا التوسُّع والانكماش مع وحدات التخزين الثانوية.

- الأخطاء في الأنظمة الموزعة الضخمة:

يتمثل أحد التحديات المعقدة في الحوسبة السحابية في اكتشاف وإزالة الأخطاء من الأنظمة الضخمة، وبالذات الموزعة منها على أكثر من موقع جغرافي. ومما يزيد الأمر تعقيداً أن هذه الأخطاء يصعب محاكاتها في بيئة مشابهة تكون أصغر في الحجم؛ لذلك فإن عملية تتبُّع الأخطاء يجب أن تتم في البيئة الإنتاجية نفسها، الأمر الذي يمكن أن يشكل تحدياً عملياً لمتطلبات التطبيقات الإلكترونية أثناء عملها.

- حساب التكلفة للتوسُّع والانكماش السريع:

يمكن تطبيق مبدأ الدفع حسب الاستخدام (pay-as-per-use) على كلٍّ من التخزين ونطاق الشبكة الحاسوبية العريض حسب عدد الوحدات التخزينية (البايتس - bytes). بينما يتم الحساب في العمليات الحاسوبية بشكل مختلف قليلاً، حيث يستخدم بعض المزودين عدد دورات (cycles) وحدات المعالجة المركزية كوحدة للحساب، في حين يستخدم البعض الآخر الساعة كوحدة للحساب حتى لو لم يتم الاستخدام.

٣- تحديات ذات علاقة بالأعمال والإجراءات عند تبني الحوسبة السحابية:

- مشاركة نفس المصير والسمعة:

قد تؤثر السمعة السيئة لأحد عملاء أو مستفيدي السحابة العامة على سمعة السحابة ككل ومزودها. على سبيل المثال، يوجد لدى مزود خدمات التطبيقات أمازون قائمة سوداء لعناوين التطبيقات الخاصة بعملاء ثبت أن استخدامهم لتلك التطبيقات يسبب أذى لعملاء آخرين (كإرسال بريد إلكتروني تطفلي للآخرين)؛ لذا من المهم أن يتم فصل المسؤولية القانونية لتختص فقط بالعميل المسبب للأذى، ولا يتم تعميمها على مزود السحابة، وفي هذا المثال يعتبر مزود الخدمة أمازون.

- تراخيص البرمجيات:

تحصر رخص البرمجيات الحالية استخدام البرمجيات على عدد محدود من الحاسبات التي تشغلها؛ لذا من الشائع أن يدفع المستخدم تكلفة البرمجيات، ومن ثَمَّ يتم دفع رسوم الصيانة السنوية. وعند توظيف هذه البرمجيات على السحابة، فقد يحدُّ ذلك مزود الخدمات من التوسُّع في استيعاب الأعداد التي يستهدفها من العملاء. لذلك يعتمد الكثير من مزودي الخدمات على البرمجيات مفتوحة المصدر متى ما كان الأمر متاحاً؛ لأن نموذج العمل المستخدم للبرمجيات التجارية على السحابة العامة لا يتطابق بشكل جيد مع نموذج عمل الخدمات على السحابة العامة.

الفصل الثالث

عِمَارة وتصميم الحوسبة السحابية

يتناول الفصل الثالث في بدايته وصفاً عاماً لعمارة وتصميم بنية السحابة، حيث تتكون السحابة بشكل عام من مجموعة طبقات مترابطة تظهر على شكل هرمي. ويساعد فهم مكونات وعمل هذه الطبقات على فهم كيفية عمل السحابة ككل. ثم يتم استعراض المكونات الرئيسية لبُنية السحابة متبوعاً بإعطاء وصف تحليلي لهذه المكونات. أخيراً يتم التطرُّق إلى العوامل المؤثرة في تعدُّد التصاميم المعمارية للبنى التحتية التقنية للحوسبة السحابية، ويتم إعطاء مثال لنموذج تطبيقي لعمارة الحوسبة السحابية.

١/٣ مقدمة:

قبل الشروع في بناء منزل من الحِكمة ألا يُقدم صاحبه على شراء مواد البناء والتعاقد مع العَمَالة كخطوة أولى في عملية البناء. في عالم تقنية المعلومات قد نسمع عن إقدام بعض فرق العمل من مطوري البرمجيات على القفز المباشر إلى مرحلة تطوير التطبيق الإلكتروني المستهدف دون وجود رؤية واضحة عن ماهية متطلبات الأعمال والمتطلبات التقنية؛ الأمر الذي يُعدُّ ممارسة خاطئة قد تزيد من التكلفة المادية والجهد البشري قبل الوصول إلى المنتج النهائي. وكذلك الحال مع الحوسبة السحابية، حيث تزداد الحاجة إلى فهم كلٍّ من العناصر المكونة لها وطريقة عملها، ويسبق ذلك ضرورة تحديد متطلبات أعمال المستفيد بدقة حتى يتسنى ضمان نجاح توظيف خدمات الحوسبة السحابية لسد حاجة الأعمال بكفاءة عالية. على الرغم من أن الموضوع الرئيسي لهذا الفصل يركز على فهم عِمارة وتصميم الحوسبة السحابية، إلا أنه يجب القيام بخطوات استكشافية قبل السعي مباشرةً إلى الحوسبة السحابية، وصولاً إلى حلول الأعمال. وعلى سبيل المثال، ينصح مهندسو ومحللو الأعمال بالسعي إلى الحصول على إجابات دقيقة عن كل من الأسئلة التالية:

- ما هي المشكلة التي يتمُّ السعي إلى حلّها؟ وما هي أهداف الأعمال ذات العلاقة بالمشكلة المنظورة؟
- مَن هم أصحاب المصلحة الذين يحتاجون إلى حل المشكلة؟

- ما هي متطلبات الأعمال والمتطلبات التقنية ومتطلبات الجودة، المرتبطة بالمشكلة المستهدفة؟
- ما هي القيود القانونية ذات العلاقة بالمشكلة؟ وما هي المخاطر؟
- أين سيتم تطبيق الحلول السحابية؟
- متى سيتم تطبيق الحلول السحابية؟ ما هي الميزانية المتاحة؟ وهل يوجد ارتباط أو اعتمادية على مشاريع أو مبادرات أخرى؟
- كيف ستقدم المنظمة المستفيدة الخدمة السحابية، مستقلةً أو متكاملةً مع خدمات أخرى؟
- ما مدى جاهزية مزود الخدمة السحابية لتقديم الدعم الفني بعد اقتناء الخدمة؟
- ما مدى جاهزية المستخدم النهائي لاستخدام الخدمة بعد إطلاقها؟

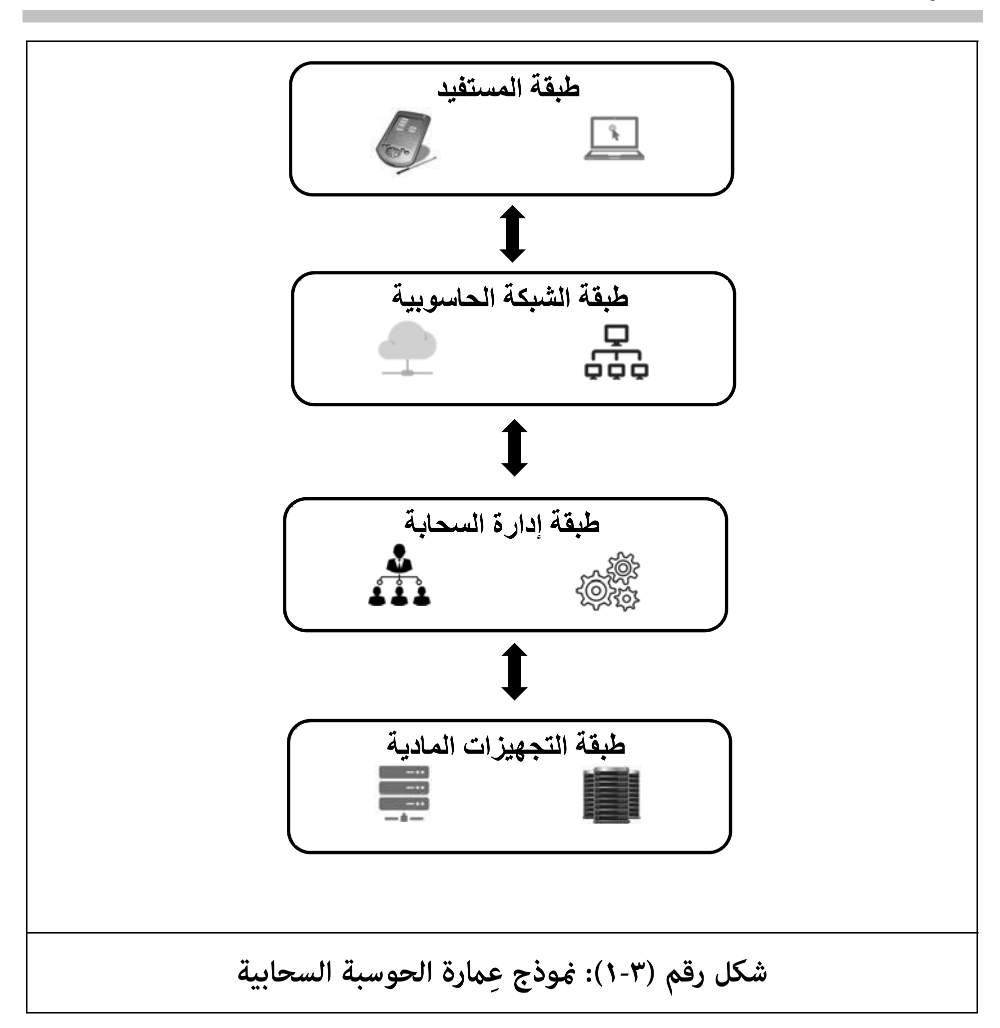
بعد جَمْع الإجابات الوافية عن هذه الأسئلة، فإنّ المنظمة الراغبة في الدخول إلى عالم الحوسبة السحابية تصبح في وضع جيد لاختيار أفضل نماذج عرض الخدمات السحابية المناسبة (البرمجيات كخدمة SaaS، أو المنصة كخدمة PaaS، أو البنية التحتية كخدمة IaaS)، واختيار نماذج نشر وإطلاق الخدمات السحابية (السحابة الخاصة، أو السحابة العامة، أو السحابة المجتمعية، أو السحابة الهجينة). إضافةً إلى ذلك، فإنَّ اختيار المناسب من خدمات السحابة يستلزم أيضاً فهمَ العناصر والمكونات الرئيسية للسحابة ومنهجية عملها، وهو ما نُطلِق عليه عِمارة وتصميم الحوسبة السحابية، وهو موضوع هذا الفصل.

كما هو الحال مع التقنيات الأخرى، تحتوي تقنية الحوسبة السحابية على العديد من المفاهيم الأساسية التي يجب معرفتها قبل الدخول في التفاصيل الجوهرية. ومن تلك المفاهيم الأساسية تبرز أهمية التعرُّف على عِمارة وتصميم الحوسبة السحابية، حيث يُقصد بها، وبشكل عام، الشكل الهيكلي المكوّن لها، إضافةً إلى كل ما تعتمد عليه الحوسبة السحابية في عملها. ويحتوي هذا الشكل الهيكلي على مجموعة عناصر أو مكونات مترابطة ببعضها البعض (نطلق عليها طبقات)، وتعتمد على بعضها البعض. تجدر الإشارة هنا إلى أن التعرف على عِمارة الحوسبة السحابية لا يقتصر على معرفة العناصر المكونة فقط، إنما يستلزم أيضاً ضرورة التطرُّق إلى تقنيات أو عناصر أخرى تعتمد عليها الحوسبة السحابية في عملها. على سبيل المثال، تشكل تقنية الإنترنت عنصراً مهماً وأساسياً لعمل تقنية الحوسبة السحابية؛ لذا

تشكل جزءاً من الهيكل الهرمي لها. ومن الموضوعات الأخرى التي ترتبط بدراسة عِمارة الحوسبة السحابية موضوع بُنية السحابة. وسيتم في هذا الفصل التعرف على الفرق الجوهري بين كلٍّ من عمارة الحوسبة السحابية وبُنيتها. وبشكل مبسَّط تصف بنية السحابة التركيب العام لها دون الدخول في اعتمادية العناصر المكونة على بعضها البعض. بعد ذلك، يتم التطرق إلى الترابط الشبكي الذي يشكِّل عصباً يربط مكونات السحابة، ثم نتعرف على التفاصيل الخاصة بتطبيقات السحابة. وبالمثل، تتناول إدارة السحابة مناقشة أهم الشؤون المتعلقة بالإدارة وأساليب إدارة الحوسبة السحابية بشكلها الحالي، إلى جانب وصف كيفية إدارة التطبيقات والبُنية التحتية لهذه التقنية. وترجع أهمية عملية الإدارة في السحابة إلى عوامل مهمة؛ كجودة الخدمة التي تشتمل عليها تقنية الحوسبة السحابية، حيث تشكِّل هذه العوامل الأساس الذي تُبنى عليه الحوسبة السحابية، ويتم تقديم جميع الخدمات بناء على هذه العوامل. وبالمثل نجد أن عملية نقل التطبيقات إلى السحابة تشكِّل دوراً في غاية الأهمية، حيث لا يمكن نشر وإطلاق تطبيقات السحابة بشكل مباشر إلى السحابة، إذ يجب أن يتم تهيئة ذلك التطبيق بشكل ملائم قبل نقله إلى السحابة لكي يصبح تطبيقاً سحابيًّا جيداً يتمتع بجميع الخصائص السحابية، والتي تطرقنا لها في الفصل الثاني من هذا الكتاب.

٢/٣ نموذج عِمارة وتصميم الحوسبة السحابية:

يظهر نموذج عِمارة وتصميم الحوسبة السحابية على شكل هرمي يقوم بوصف تقنية الحوسبة السحابية وآلية عملها. يحتوي هذا النموذج على مجموعة طبقات متتالية، إضافةً إلى عدة عوامل تحدِّد الاعتمادية بين هذه العناصر المكونة للنموذج؛ الأمر الذي يساعد في تحديد أولوية العمل. وتعتبر الحوسبة السحابية من التقنيات التي تعتمد كلياً على الإنترنت في عملها، ويوضِّح الشكل رقم (٣-١) هذا النموذج. يمكن تقسيم عِمارة السحابة بشكل عام إلى أربع طبقات رئيسية بناءً على دخول المستفيد إلى السحابة، وهي: (١) طبقة المستفيد، (٢) وطبقة الشبكة الحاسوبية، (٣) وطبقة إدارة السحابة، (٤) وطبقة التجهيزات المادية (Hardware). يُعتبر هذا التقسيم دقيقًا وصارمًا، ويتم الالتزام به في بناء أي سحابة، إلا أنه في بعض الحالات يتم الفصل بين الطبقتين الثالثة والرابعة اعتماداً على آلية نشر وإطلاق السحابة.

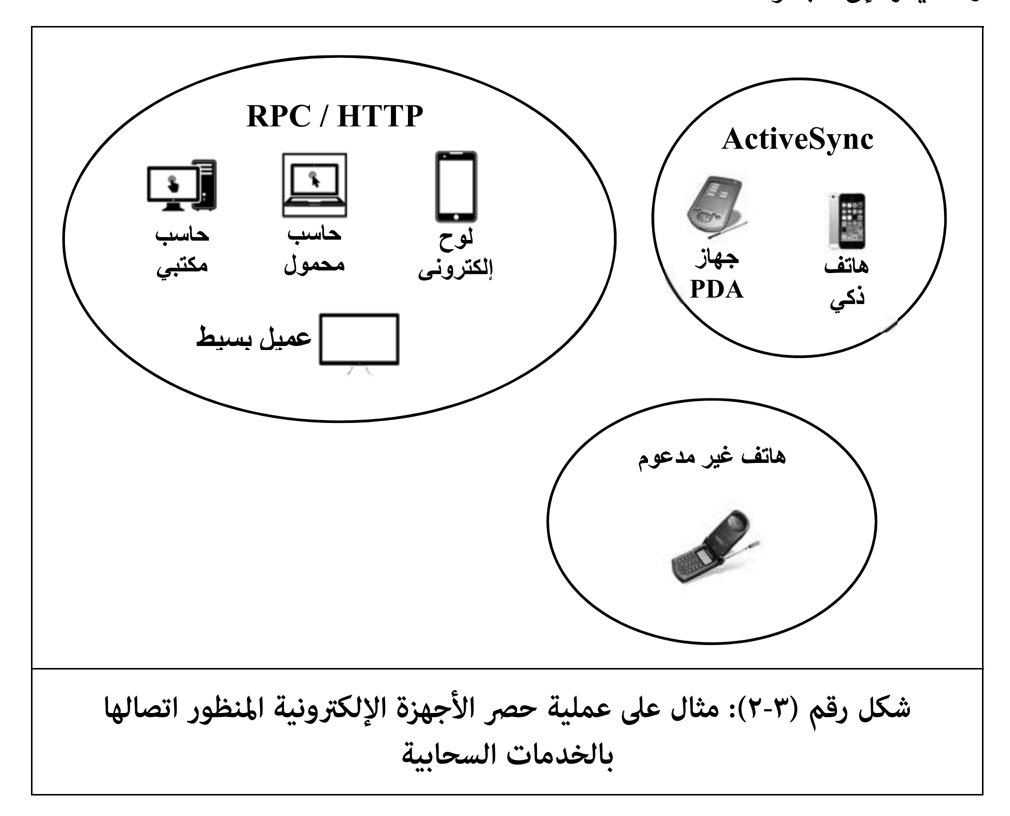


شكل رقم (٣-١): نموذج عِمارة الحوسبة السحابية

١/٢/٣ طبقة المستفيد:

على الرغم من أن هذه الطبقة لا تُعتبر خدمة حوسبة سحابية، إلا أنها تمثل جزءاً مهماً في نموذج عِمارة وتصميم الحوسبة السحابية. ويتجسد دور هذه الطبقة في أنها تمثل واجهة مستخدم، والتي تصل إليها خدمات الحوسبة السحابية وتستفيد منها بعد تشغيلها. تشمل طبقة المستفيد جميعَ أصناف العملاء والمستخدمين لخدمات السحابة المتاحة. وتُعتبر طبقة المستفيد النقطة التي يبدأ عندها المستفيد اتصاله بالسحابة. يمكن أن يتمثل المستفيد على شكل عميل بسيط (thin client)، أو عميل سميك (thick client)، أو هاتف متنقل، أو

أي جهاز محمول يمكنه الاتصال بتطبيقات وحلول الحوسبة السحابية، كتطبيق البريد الإلكتروني. ويشير العميل البسيط هنا إلى أي جهاز إلكتروني يعتمد على نُظم أخرى للقيام بوظائفه الرئيسية، أي أن قدرته على معالجة البيانات تُعتبر منخفضة. كما يشير العميل السميك إلى الأجهزة والحواسيب التي لديها قدرة مرتفعة على معالجة البيانات تمكّنها من العمل بشكل مستقل عند الحاجة. في الغالب يمكن استخدام تطبيقات الحوسبة السحابية بنفس أسلوب استخدام التطبيقات الشبكية الأخرى، ولكن بشيء من التمحيص والتدقيق نجد أن خصائص التطبيقات السحابية مختلفة تماماً، ومن ثَمَّ فإن طبقة المستفيد تتألف من تشكيلة واسعة من أجهزة العملاء. لذا يُنصَح قبل الشروع في تطوير خدمات سحابية أن يتم حصر أصناف الأجهزة الإلكترونية المنظور اتصالها واستفادتها من تلك الخدمات. يوضّح الشكل رقم (٣-٢) مثالاً لحَصْر الأجهزة التي يمكن أن تدعم تشغيل خدمات سحابية، وتقسيمها إلى مجموعات منفصلة.



شكل رقم (٣-٢): مثال على عملية حصر الأجهزة الإلكترونية المنظور اتصالها بالخدمات السحابية

بالنظر إلى الشكل (٣-٢)، وعلى سبيل المثال، يمكن استخدام برمجيات مايكروسوفت إكستشنج (Microsoft Exchange) لدعم منصات ويندوز (Windows) من خلال بروتوكول (HTTP)، مثل الدخول إلى البريد الإلكتروني عن بُعد (Outlook Web Access)، وباستخدام بروتوكول (RPC) عبر (HTTP). كما يمكن لبروتوكول (ActiveSync) أن يدعم تطبيقات الأجهزة المتنقلة لويندوز وآي فون والبلاك بيري. كما يوجد أساليب أخرى لربط الهواتف المتنقلة عن بُعد باستخدام بروتوكول (IMAP)، إلا أن تقادُم خصائص هذا البروتوكول، ومنها محدودية سعة التخزين على الخوادم البعيدة، يجعل من غير المناسب استخدامه مع التطبيقات الحديثة. إضافةً إلى حصر الأجهزة الإلكترونية المنظورة في طبقة المستفيد، ينبغي أيضاً حصر أنظمة التشغيل التي تشغل هذه الأجهزة الإلكترونية والتعرف عليها، حيث تتنوع الأنظمة التشغيلية بتنوُّع أجهزة المستفيدين؛ لذا قد تتراوح هذه الأنظمة من نظام ماك أو إس (Mac OS)، ونظام لينكس (Linux)، ونظام قوقل كروم (Google Chrome)، ونظام أندرويد (Android)، ونظام ريم بلاك بيري (RIM Blackberry). وفي هذه الأنظمة التشغيلية ينبغي الانتباه أيضاً إلى أرقام الإصدارات التي يُتوَقع اتصالها بالخدمات السحابية، ومن ثَمَّ التهيئة لإمكانية دعمها عند الحاجة.

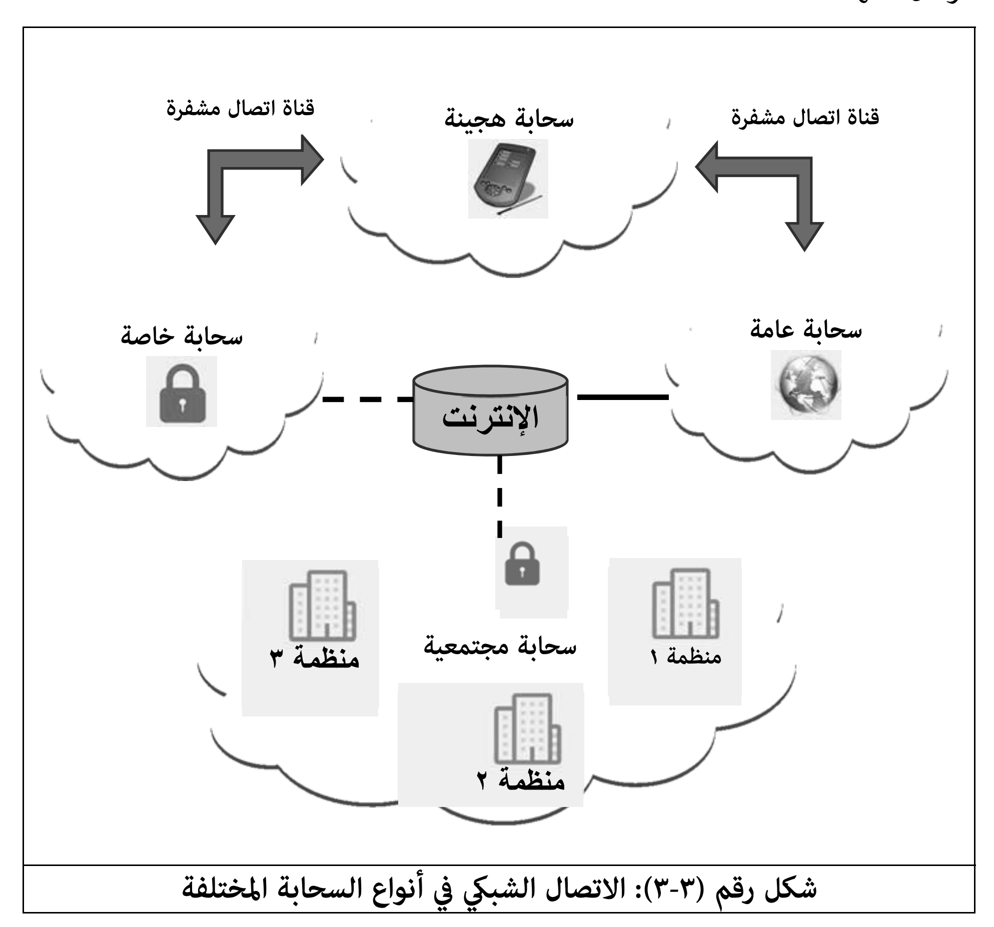
٢/٢/٣ طبقة الشبكة الحاسوبية:

تتيح طبقة الشبكة الحاسوبية للمستفيدين الاتصال مباشرةً بالسحابة. وتشكِّل العصبَ الأساسي لتشغيل خدمات الحوسبة السحابية وإيصالها والاستفادة منها لكلٍّ من المزود والمستفيد، حيث تعتمد البنية التحتية للسحابة بشكل كامل على هذا الاتصال الذي يتمُّ من خلاله تقديم الخدمات للمستفيدين. إنَّ الاختلاف التقني الرئيسي بين نماذج نشر وإطلاق خدمات الحوسبة السحابية (السحابة الخاصة، والعامة، والمجتمعية، والهجينة) يتمثل في طبيعة العلاقة الشبكية بين كلٍّ من المزوِّد والمستفيد من الخدمة السحابية. ففي حالة السحابة الخاصة، يتواجد كلٌّ من المزود والمستفيد في حدود الشبكة نفسها، حيث يمكن أن يكون الاتصال بينهما بواسطة شبكة محلية (LAN) موثوقة، وفي هذه الحالة نجد أن السحابة تتمثل في الشبكة المستخدمة، وهي الشبكة المحلية. وفي حالة السحابة العامة، عادةً ما يتواجد كلٌّ من المزود والمستفيد في شبكتين مختلفتين، وتحت مظلة شبكة كبيرة هي الإنترنت. وكما ذكرنا في الفصل الثاني من هذا الكتاب، فإن السحابة العامة بالنسبة للمستفيد تتواجد في موقع جغرافي ليس من الضروري أن يكون المستفيد في الغالب مدركاً له؛ لوجود طبقة افتراضية تعلو طبقة الموارد الحاسوبية المستهدفة، وتعمل على إظهار هذه الموارد

وكأنها موجهة فقط للعميل المستفيد، بينما هي في الواقع مشتركة بين عدة عملاء؛ الأمر الذي يساعد على استغلال قدرات وإمكانات هذه الموارد وتوزيعها حسب الطلب على عدة مستفيدين من أنحاء متفرقة من العالم، وبالتالي من شبكات متعددة. وفي حالة السحابة الهجينة (خليط بين السحابة الخاصة والعامة)، ترتبط كلٌّ من شبكة المستفيد (السحابة الخاصة) وشبكة المزوِّد (السحابة العامة) عن طريق قناة اتصال مشفرة تسمح بتناقل البيانات، وتشغيل التطبيقات والخدمات الإلكترونية فيما بينها. وتسمح استقلالية كلٍّ من الشبكتين المرتبطتين للمستفيد أن يقوم بتخزين بياناته الخاصة على السحابة الخاصة، وفي الوقت نفسه يستغل القدرات التي توفِّرها الموارد الحاسوبية في السحابة العامة، كتشغيل تطبيقات أو خدمات إلكترونية. وفي حالة السحابة المجتمعية (حيث يتمُّ قصر استخدام موارد السحابة على مجتمع من المنظمات أو الأفراد يتشاركون في نفس الاهتمام أو الأهداف)، يعتمد تواجد كلٍّ من المزود والمستفيد على البنية الهيكلية للشبكة المستخدمة، والتي تضمُّ كلًّا من المستفيدين والمزود (أو المزودين)، حيث يمكن أن تكون موارد السحابة المجتمعية مستضافة من قِبل منظمة مشاركة في نفس السحابة (مركز بيانات خاص أو سحابة خاصة) مع منظمات أخرى، أو تكون الموارد مستضافة ومملوكة من قِبل طرف ثالث مُشغِّل ومزوِّد للمنظمات الأخرى المستفيدة. ويوضِّح الشكل رقم (٣-٣) طبيعة الاتصال الشبكي بشكل عام لأنواع السحابة الأربعة: السحابة الخاصة، والعامة، والهجينة، والمجتمعية. ويشير الخط المتقطع في الشكل (٣-٣) إلى إمكانية اتصال كلٍّ من السحابة الخاصة والمجتمعية بالعالم الخارجي (على سبيل المثال، الاتصال بسحابة عامة) عن طريق الإنترنت، كما يشير السهم السميك إلى قناة الاتصال المشفرة التي تربط بين كلٍّ من السحابة الخاصة والعامة لتشكِّل السحابة الهجينة.

من وجهة نظر تقنية شبكية بحتة، يتطلب نموذج الخدمة السحابية المقدَّمة (سواءً كانت خدمة SaaS أو PaaS أو IaaS) أن يُفصح مزود السحابة عن متطلبات الاتصال الشبكي المناسب لتقديم الخدمات السحابية بصورة مقبولة، ومن ثَمَّ ضرورة إتاحة مستويات مختلفة من القدرات الشبكية (مستويات متعددة من النطاق الترددي – bandwidth، ومستويات متعددة لوقت الاستجابة – latency، ومستويات متعددة لدرجة أمان الاتصال – security، ومستويات متعددة من جودة الخدمة – "Quality of Service – QoS") للمستفيدين. وعلى الجانب الآخر، يتطلب نموذج الخدمة السحابية المقدمة أن يكون المستفيد فاهماً ومدركاً للقدرات الشبكية المتاحة حتى يتمكن من

المواءمة مع مستوى الخدمة المتوقعة، وبالتالي تحقيق متطلباته بصورة مقبولة. وبشكل عام، يحتاج المستفيدون – سواء عند استخدام السحابة العامة، أو الخاصة، أو الهجينة، أو المجتمعية – إلى توفُّر حدٍ أدنى من القدرات الشبكية (النطاق الترددي، أو وقت استجابة، أو درجة أمان الاتصال، أو جودة الخدمة) يقوم بإتاحته مزودو الخدمات السحابية بناء على طلب وحاجة المستفيد. ويعتمد تحديد هذه المتطلبات بالنسبة للمستفيد على عدة عوامل، منها:



شكل رقم (٣-٣): الاتصال الشبكي في أنواع السحابة المختلفة

- طبيعة التطبيق السحابي الذي سيتم تشغيله على قناة الاتصال الشبكي.
- درجة أهمية الاتصال الشبكي بالنسبة لأعمال المستفيد.

- وجود متطلبات معينة على سرعة النطاق الترددي (على سبيل المثال، 1 Gpbs أو 10 Gpbs)، وعلى وقت الاستجابة المتوقع (على سبيل المثال، 10 msec أو 20 msec).
- مَن هم المُصرَّح لهم بالنفاذ على قناة الاتصال، وما هي درجة الأمان المتوقعة (على سبيل المثال، استخدام تقنية SSL أو IPsec).

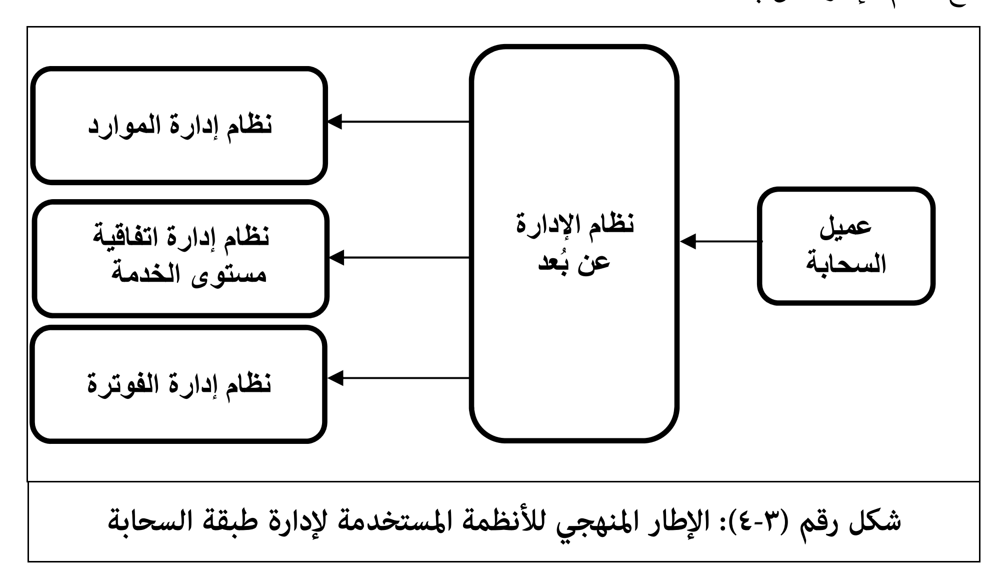
٣/٢/٣ طبقة إدارة السحابة:

يتم بناء معظم الخدمات السحابية بحيث تكون في وضع تشغيلي مستمر، بمعنى أن المستفيد يتوقع أن يكون قادراً على استخدام الخدمة السحابية على مدار ٢٤ ساعة يومياً و٣٦٥ يومًا سنوياً. يستلزم هذا المتطلب من مزود الخدمة أن يتم تصميم الخدمة السحابية مقرونةً بمواصفات ذات جودة عالية؛ كمستوى عالٍ من الإتاحة والاستمرارية، ومستوى عالٍ من الاعتمادية والقابلية للتوسُّع والانكماش بشكل مرن وسريع بناءً على طلب المستفيد، وحسب اتفاقية مستوى الخدمة (SLA) التي تتم بين المزود والمستفيد. ومع ذلك، ينبغي تبني إستراتيجية استباقية لمراقبة وإدارة الخدمات السحابية من أجل تحقيق بنود اتفاقية مستوى الخدمة، ومن ثَمَّ ضمان إيصال خدمة موثوقة من المزود إلى المستفيد. لذلك تظهر الحاجة لوجود إطار منهجي وآلي يساعد كلًا من المزود والمستفيد على إدارة ومراقبة مستويات أداء الموارد السحابية أثناء عملية تشغيلها. ومن هنا تأتي أهمية طبقة إدارة السحابة التي تتكون من برمجيات يتم استخدامها بغرض إدارة عمليات السحابة. قد تتمثل هذه البرمجيات في هيئة نظام لتشغيل السحابة، وهي برمجيات تقوم بدور الواجهة بين مركز البيانات (الموارد الحاسوبية) والمستفيد، أو في هيئة برمجيات تهدف إلى إدارة جميع الموارد الحاسوبية في السحابة. وتسمح هذه البرمجيات عادةً بإدارة هذه الموارد (كجدولتها وتزويدها للمستفيد إما توسُّعاً أو انكماشاً)، وتحسين الموارد (كتعزيز دور الخوادم أو تدعيم التعامل مع أعباء التخزين)، وحوكمة أعمال السحابة الداخلية. يصوِّر هذا الإطار المنهجي آلية عمل طبقة إدارة السحابة وكيفية أداء مهامها؛ كتهيئة وصيانة ومراقبة والتحكم في الموارد الحاسوبية المتاحة في بيئة الحوسبة السحابية بفعالية، كما أنه يشكِّل جزءاً أساسياً من عِمارة الحوسبة السحابية من خلال توفير وتسهيل عملية التحكم ومراقبة نمو الموارد الحاسوبية، التي تمثل منصات وحلول السحابة. ومع اختلاف مسميات الأنظمة الإلكترونية المتاحة في السوق لإدارة طبقة الحوسبة السحابية، إلا أن الإطار المنهجي العام لها يتكون من أربعة أجزاء مهمة، هي:

- نظام الإدارة عن بُعد.
- نظام إدارة الموارد.
- نظام إدارة اتفاقية مستوى الخدمة (SLA).
- نظام إدارة الفوترة.

تشكِّل هذه الأنظمة مجتمعةً واجهة متكاملة قد يتمُّ عرضُها وإتاحتها في السوق على هيئة منتج برمجي موحَّد، أو على هيئة منتجات برمجية منفصلة سواءً من مورد واحد أو عدة موردين، كما أنها تكون متاحة للاستخدام سواءً لمزود السحابة أو المستفيد منها؛ لذا نشير لمستخدم هذه الأنظمة بعميل السحابة. ويوضِّح الشكل رقم (٣-٤) آلية عمل هذه الأنظمة الأربعة في بيئة الحوسبة السحابية.

يتيح **نظام الإدارة عن بُعد** مجموعة أدوات وواجهات مستخدم لمن يُكلَّف بالإشراف على إدارة موارد السحابة الخارجية (أو البعيدة) من أجل القيام بمهام متعددة من خلال لوحة تحكم ومراقبة. تأتي لوحة التحكم هذه على شكل بوابة إلكترونية تتيح الوصول إلى الأنظمة التابعة؛ كنظام إدارة الموارد، ونظام إدارة اتفاقية مستوى الخدمة (SLA)، ونظام إدارة الفوترة. بشكل عام، يوجد نوعان أساسيان من البوابات الإلكترونية التي يتم إتاحتها مع نظام الإدارة عن بُعد:



شكل رقم (٣-٤): الإطار المنهجي للأنظمة المستخدمة لإدارة طبقة السحابة

- بوابة التحكُّم والاستخدام: عبارة عن بوابة عمومية الغرض، يتم فيها التحكم المركزي في موارد حاسوبية مختلفة، كما يمكن من خلالها الحصول على تقارير إحصائية عن استخدام هذه الموارد.
- بوابة الخدمة الذاتية: عبارة عن بوابة تسوِّق سحابية تسمح بالبحث عن خدمات سحابية مختلفة وموارد حاسوبية متعددة، تكون في الغالب متاحة بمقابل مادي. يقوم عميل السحابة بعد اختيار الخدمات أو الموارد التي تناسب احتياجاته بتسليم الطلب لمزود تلك الخدمات أو الموارد ليقوم بتزويدها للعميل، ومن ثَمَّ البدء في استخدامها.

تتعدد المهام التي يمكن أداؤها من خلال لوحة التحكم والمراقبة الخاصة بنظام الإدارة عن بُعد، فعلى سبيل المثال لا الحصر، يمكن القيام بـ:

- تهيئة وتنصيب الموارد والخدمات السحابية.
- استئجار الموارد الحاسوبية والحصول عليها بناءً على الطلب.
- مراقبة حالة الخدمات السحابية واستخداماتها وأدائها.
- إدارة تكاليف استئجار ورسوم استخدام الخدمات السحابية والموارد الحاسوبية.
- مراقبة جودة الخدمة (QoS) ومدى استيفاء اتفاقية مستوى الخدمة (SLA).
- إدارة حسابات المستخدمين، وصلاحيات الاستخدام، والتحكم في النفاذ.
- تتبُّع النفاذين الداخلي والخارجي إلى الخدمات السحابية المستأجرة.
- تخطيط وتقييم تزويد الموارد الحاسوبية المتاحة على السحابة.
- تخطيط السعة للموارد الحاسوبية ومراقبة استخداماتها.
- تخطيط وتنفيذ السياسات والإجراءات الأمنية.

ويساعد **نظام إدارة الموارد** على تنسيق عمل الموارد الحاسوبية على السحابة بعد كل نشاط تشغيلي يقوم به مزوِّد السحابة أو المستفيد منها، كتخصيص أو تحرير موارد البنية التحتية التقنية. وتشكِّل برمجية مدير البنية التحتية الافتراضية (virtual infrastructure manager - VIM) جزءًا مهماً من نظام إدارة الموارد، حيث تقوم بتنسيق عمل التجهيزات المادية من الخوادم الحاسوبية، وتسمح بإنشاء نسخ افتراضية من الخوادم التي تعمل على

خوادم مادية فعلية. كما يتيح (VIM) تخصيص وتحرير الخوادم الافتراضية من خادم مادي إلى آخر حسب الحاجة. ويأتي إنشاء وتخصيص وتحرير الخوادم الافتراضية كنشاط إداري مهم يستغل قدرات المورد المادي المتاح للقيام بعدة وظائف تقنية؛ كإنشاء خادم ويب، وخادم قواعد بيانات، وخادم احتياطي (نسخة احتياطية مكررة للخادم) للمورد، وخادم موازن للأحمال (وهو خادم يراقب الحركة على الشبكة والتطبيقات الموزعة، ثم يقوم بتوزيع أعباء الطلبات الواردة على أكثر من خادم مخول لتنفيذ الطلبات؛ بهدف زيادة السعة الاستيعابية للطلبات المتزامنة، وزيادة الاعتمادية على عمل التطبيقات).

تمثِّل اتفاقية مستوى الخدمة (SLA) اتفاقيةً بين مزود الخدمة السحابة والمستفيد منها، وتحدِّد مستوى التوقعات التي يَعِدُ مزوِّد الخدمة بتقديمها للمستفيد. هناك العديد من المقاييس الإحصائية الشائعة في كل اتفاقية مستوى خدمة، مثل: نسبة إتاحة الخدمة السحابية، ووقت تحميل صفحة الويب، ووقت معالجة المعاملات الإلكترونية، ووقت الاستجابة للطلبات الموجهة إلى التطبيقات الإلكترونية، ووقت إصلاح الأعطال، إضافة إلى العديد من البيانات الأخرى. يتم التتبُّع والإبلاغ عن هذه المقاييس ومشاركتها عن طريق نظام إلكتروني يقوم بالتسجيل والتتبُّع والمراقبة، هذا النظام هو **نظام إدارة اتفاقية مستوى الخدمة (SLA)**. يقوم هذا النظام بمهام أساسية، مثل الجمع والتخزين والإبلاغ عن البيانات الأساسية (أو المقاييس الإحصائية) لاتفاقية مستوى الخدمة. كما يقوم النظام بإرسال التنبيهات اللازمة عن حالة تشغيل الخدمات والموارد السحابية إلى نظام الإدارة عن بُعد للقيام بالتغذية الراجعة اللازمة لضمان تماشي مقاييس الخدمة أو المورد السحابي مع ما جاء في اتفاقية مستوى الخدمة.

ويختصُّ **نظام إدارة الفوترة** بجَمْع ومعالجة بيانات استخدام المورد/أو الخدمة السحابية. حيث إنَّ الحوسبة السحابية تعتمد على نموذج الدفع حسب الاستخدام (pay-as-per-use)، فيصبح من المهم لكلٍّ من المزود والمستفيد الحصول على بيانات استخدام دقيقة يتم بناء عليها احتساب التكاليف، ومن ثمَّ دفعها. ويوفِّر نظام إدارة الفواتير إمكانية تعريف سياسات سعرية مختلفة، وكذلك نماذج تسعير متعددة قابلة للتخصيص حسب العميل، أو المنتج المعروض، أو الوقت والتاريخ. ويمكن أن يكون نموذج التسعير دفعاً حسب الاستخدام، أو دفعاً بسعر واحد ثابت بغض النظر عن الاستخدام، كما يمكن أن يكون الدفع مسبقاً للاستخدام أو مفوتراً بعد الاستخدام. بالنسبة للنوع المفوتر فيمكن أن يتم وضع حد

ائتماني يمثِّل مبلغ تكلفة الاستخدام بحيث يتم إيقاف الخدمة بعد تجاوزه، كما يمكن أن يكون التحديد على نسبة الاستخدام بحيث يتم إيقاف الخدمة بعد تجاوز هذا الحد.

إنَّ الموارد والخدمات السحابية، التي يتيحها المزود ويستأجرها المستفيد، عبارة عن أنظمة إلكترونية موزعة هيكلياً وجغرافياً؛ لذا فهي تتألف من عدة مكونات بحيث يمكن أن يتعرض كلُّ مكون للعُطل في أي وقت؛ لذا هناك حاجة إلى إدارة فاعلة يتم من خلالها مراقبة أداء وجودة هذه المكونات، والتنبؤ بحدوث الأعطال قبل وقوعها واتخاذ اللازم حيالها، وصولاً إلى إدارة فعَّالة للخدمة أو المورد السحابي. وبدون شك فإنَّ أصحاب المصلحة داخل المنظمة المستفيدة من الخدمات السحابية يحتاجون إلى معلومات مختلفة عن الأنظمة الآلية المشغلة للخدمات. على سبيل المثال، قد يحتاج مطوِّر الأنظمة الإلكترونية معلومات عن أداء الشبكة ووقت تحميل صفحات الويب، وأداء واجهات برمجة التطبيقات (API)، وقد يرغب أخصائي قواعد البيانات في معرفة مؤشرات رقمية تخصُّ خادم قواعد البيانات؛ كسعة الذاكرة الرئيسية (memory)، وذاكرة المعالج (cache)، ومقدار استغلال قدرات المعالج (CPU)، إضافة إلى بعض المعلومات القياسية التي تخصُّ تعليمات لغة الاستفسار البنائية (SQL) وأوقات الاستجابة الخاصة بها. أيضاً، قد يكون من الضروري لملاك المنتجات المعروضة للبيع إلكترونياً معرفة عدد الزبائن الجُدد، وعدد الزيارات لكل يوم، والتكلفة لكل زبون، إضافةً إلى أرقام أخرى ذات علاقة بالأعمال. تساعد كل هذه المقاييس على رسم صورة دقيقة لتحديد ما إذا كانت الأنظمة الإلكترونية المستهدفة تؤدي عملها المتوقع بشكل صحيح. بالإضافة إلى ذلك، هناك مقاييس يمكن استخدامها مع كل إطلاق أو نشر جديد. فعند إطلاق إصدار جديد من برمجية معينة، فمن المهم متابعة مقاييس رئيسية للنظام البرمجي ومقارنتها بخط الأساس المحدد لأداء النظام؛ لتحديد ما إذا كان الإطلاق له أثر سلبي على أداء النظام بشكل عام. إن تبني المنهجية الاستباقية، المتمثلة في تسجيل ومتابعة مقاييس وقائية للنظام المستهدف، يساعد في اكتشاف الأخطاء بشكل سريع وإصلاحها قبل تفاقمها وامتداد أثرها إلى أنظمة أخرى مرتبطة بها. يوضِّح الجدول رقم (٣-١) مجموعة من الخصائص النوعية والشائعة للخدمات السحابية التي تساعد مراقبة مؤشراتها على تحقيق إدارة فاعلة للخدمات والموارد السحابية.

وتدخل العمليات في طبقة إدارة السحابة ضمن نطاق اتفاقية مستوى الخدمة (SLA)، وبمعنى أدق، تؤثر العمليات التي تتم في هذه الطبقة على اتفاقية مستوى الخدمة التي يتم إبرامها مسبقاً بين المستفيد ومزود الخدمة. إنَّ أي تأخير في تقديم المعالجة المطلوبة أو أي

تفاوت في تقديم الخدمات المطلوبة قد يؤدي إلى مخالفة اتفاقية مستوى الخدمة. وتنصُّ القواعد على أن مخالفة هذه الاتفاقية تفرض على مزود الخدمة دفع غرامة مقابل الإخلال بالاتفاقية. تنطبق هذه الاتفاقية على كلٍّ من السحابتين العامة والخاصة. ومن أشهر مزودي الخدمات كلٌّ من شركتي أمازون (Amazon Web Services – AWS)، ومايكروسوفت أزور (Microsoft Azure) فيما يخص السحابة العامة. وتأتي كل من شركتي أوبنستاك (OpenStack) ويوكاليبتوس (Eucalyptus) كأبرز مزودي الخدمات المختصين في إنشاء وإطلاق وإدارة السحابة الخاصة.

جدول رقم (٣-١): أمثلة على بعض الخصائص النوعية الشائعة للخدمات السحابية

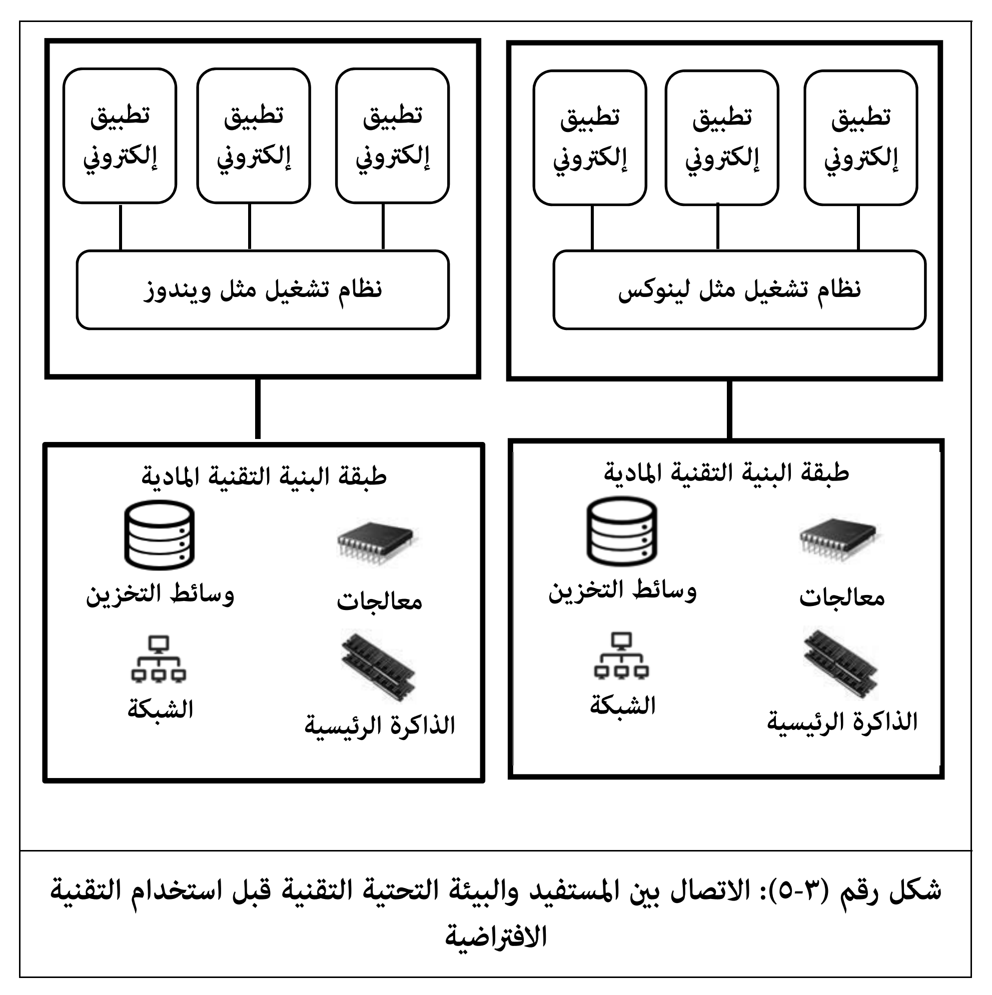
خاصية الخدمة السحابية	تعريفها	أمثلة على المقاييس
الأداء (Performance)	تشير إلى أداء كلٍّ من المستفيد، والتطبيق السحابي، والبنية التقنية التحتية.	- عدد الزبائن الجُدد (أداء المستفيد). - عدد الزيارات اليومية (أداء المستفيد). - وقت الاستجابة (أداء التطبيق). - أداء الشبكة (أداء البنية التحتية). - أداء الخوادم (أداء البنية التحتية).
الإنتاجية (Throughput)	تقيس الإنتاجية معدل انتقال البيانات عبر مكونات السحابة.	- عدد المستخدمين المتزامنين الذين تتعامل معهم الخدمة السحابية. - حجم البيانات التي يعالجها التطبيق السحابي وينقلها إلى المستخدم. - معدل جريان البيانات عبر الخوادم والشبكة.
الجودة (Quality)	مقياس لكل من (١) دقة المعلومات التي تقدمها الخدمة السحابية، و(٢) مقدار أثر الخلل في الخدمة السحابية على المستخدم في البيئة الإنتاجية.	- عدد المستخدمين الذين فشلوا في التسجيل في الخدمة السحابية. - عدد المعاملات الفاشلة التي لم يتمكن المستخدم من إنجازها.
مؤشرات الأداء الأساسية (Key performance indicators)	مجموعة من المقاييس التي تشير إلى مدى تحقيق الخدمة السحابية لأهداف أعمال المنظمة المستفيدة.	- عدد المهام المنجزة يومياً. - الإيرادات لكل ساعة. - الإيرادات لكل زبون. - الحركة على الموقع الإلكتروني للخدمة السحابية.
الأمان (Security)	مجموعة من السياسات والإجراءات الأمنية المصاحبة للخدمة السحابية التي يتم تطبيقها	- نسبة تطبيق السياسات والإجراءات الأمنية على الخدمة السحابية.

خاصية الخدمة السحابية	تعريفها	أمثلة على المقاييس
	لحماية البيانات والأنظمة، واكتشاف التهديدات المحتملة، ومنع الإضرار بموارد السحابة.	- عدد المحاولات الفاشلة للنفاذ للخدمة السحابية.
الالتزام (Compliance)	مجموعة من القيود القانونية التي يجب مراعاة تطبيقها ضمن إجراءات الخدمة الإلكترونية.	- عدد التحذيرات الصادرة من برمجيات التتبُّع والخاصة بمخالفة الإجراءات القانونية المتفق عليها في اتفاقية مستوى الخدمة (SLA).

٤/٢/٣ طبقة التجهيزات المادية (Hardware):

تتكون الطبقة الرابعة من نموذج عِمارة وتصميم الحوسبة السحابية من مجموعة من الموارد الحاسوبية المادية (أو الفعلية)، التي تمثل البنية التحتية التقنية؛ كالخوادم، ووسائط التخزين، ووسائل ربط الشبكات (على سبيل المثال: المحولات - switches، والجسور - bridges، والموجهات - routers)، والجدران النارية، وموازنات الأحمال، بالإضافة إلى العديد من الموارد الأخرى. مع ظهور تقنية الحوسبة السحابية، تشكَّل مفهومٌ جديدٌ للتعامل مع أجهزة ومعدات التجهيزات المادية(hardware) . لقد أصبحت العديد من المهام المرتبطة بإدارة وصيانة وتهيئة مراكز البيانات والبنى التحتية المادية، مجردةً بالنسبة للمستفيد ومتاحة للتعاطي معها كمجموعة من الخدمات المؤتمتة، ويمكن الوصول لها فقط عن طريق شاشات عرض على الشبكة العنكبوتية. على الرغم من أنَّ مطوري التطبيقات الإلكترونية لا يزالون يمارسون نفس مهامهم المعتادة في بيئة الحوسبة السحابية، ككتابة الشفرات البرمجية، وكذلك الحال مع إداريي البرمجيات الذين لا يزالون يمارسون أعمالهم المعتادة، كتركيب وتهيئة وإدارة البرمجيات؛ إلا أن التعامل المباشر مع الموارد الحاسوبية المادية أو الفعلية تركيباً وتهيئةً وتبديلاً يُعتبر أمرًا قد انتهى بالنسبة للمستفيد في بيئة الحوسبة السحابية. عند حاجة الفرد أو المنظمة إلى تجهيزات مادية (كخادم أو وسيط تخزين) في بيئة حوسبة تقليدية، ينبغي القيام بسلسلة طويلة من الإجراءات، تبدأ بكتابة مواصفاته ثم طلبه من المورد الذي يقوم بشحنه إلى المستفيد، ثم تبدأ عمليات فك وتركيب وتهيئة هذا الجهاز المادي، ووضعه في مكان مناسب داخل مركز البيانات، وربطه مع المعدات والأجهزة الأخرى بعد تهيئته للاستخدام بشكل فعَّال ومناسب. لقد وفَّرت بيئة الحوسبة السحابية بيئة تقنية افتراضية يتم فيها عزل المستفيد عن التعامل المباشر مع الموارد التقنية، عن طريق طبقة وسيطة تفصل المستفيد وتطبيقاته وأنظمته التشغيلية عن الاتصال المباشر بالبنية التقنية

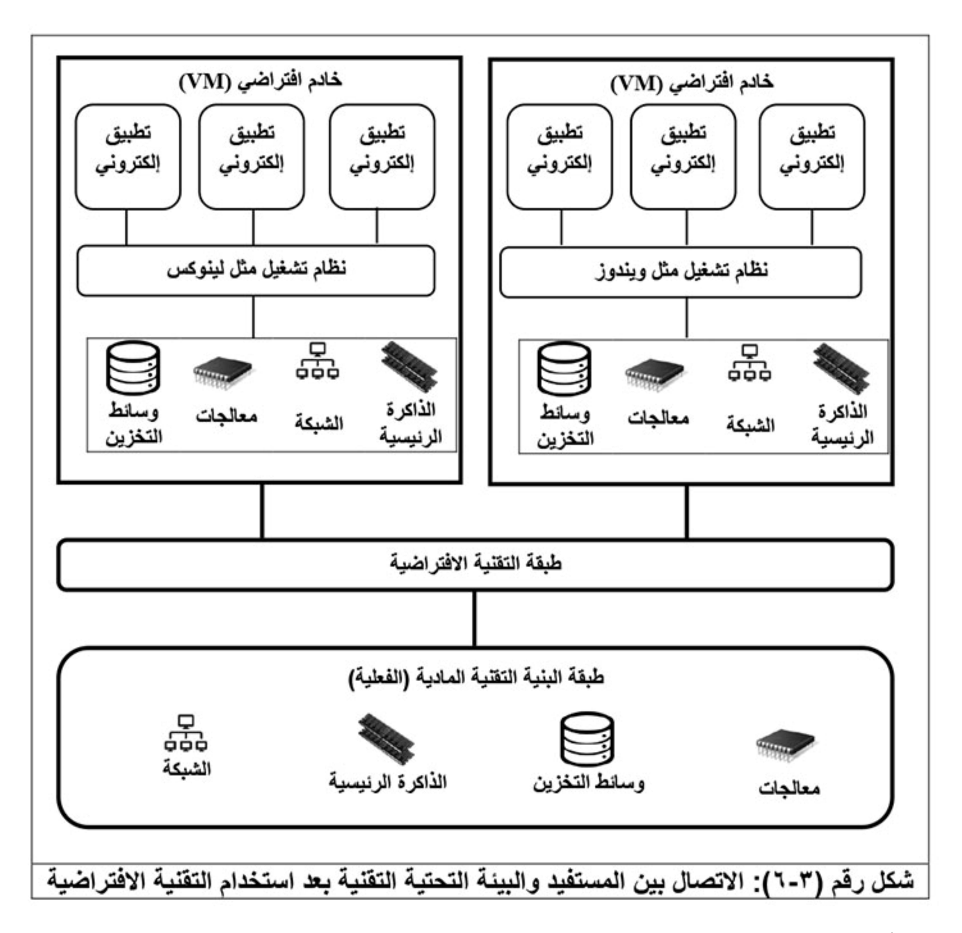
المادية، تُسمى هذه الطبقة الوسيطة بطبقة التقنية الافتراضية (virtualization layer)، ويوضح كلٌّ من الشكلين (٣-٥) و(٣-٦) تصميم البنى التحتية التقنية قبل توظيف التقنية الافتراضية وبعدها.



شكل رقم (٣-٥): الاتصال بين المستفيد والبيئة التحتية التقنية قبل استخدام التقنية الافتراضية

قبل أن تظهر التقنية الافتراضية، كما هو الحال في الشكل رقم (٣-٥)، كان من المعتاد أن يتم تشغيل المورد الحاسوبي الواحد على نظام تشغيل واحد أيضاً مع التطبيقات الإلكترونية التي تعمل عليه؛ الأمر الذي يعني عدم استغلال هذا المورد الحاسوبي لأغراض أخرى قد يتطلب تشغيلها العمل على نُظُم تشغيل مختلفة. إنَّ عدم تمكين مشاركة المورد

الواحد قد يجبر المستفيد على شراء مورد حاسوبي آخر لسد متطلباته التقنية؛ مما يعني زيادة في الإنفاق الرأسمالي، وزيادة في التكاليف المادية. ومع ظهور التقنية الافتراضية، كما هو الحال في الشكل (٣-٦)، أصبح ممكناً أن تقوم عدة نُظُم تشغيل مختلفة مع تطبيقاتها المتعددة بمشاركة مورد حاسوبي واحد يقع ضمن طبقة البنية التقنية التحتية لبيئة الحوسبة السحابية. لقد خفضت التقنية الافتراضية من الأموال الطائلة التي كان يتم إنفاقها في شراء موارد حاسوبية إضافية عند الحاجة لها.



شكل رقم (٣-٦): الاتصال بين المستفيد والبيئة التحتية التقنية بعد استخدام التقنية الافتراضية

إنَّ التحوُّل من التعامل المباشر مع التجهيزات المادية إلى التعامل غير المباشر في بيئة الحوسبة السحابية عبر واجهات برمجية سهلة الاستخدام قد حفَّز الكثير من المنظمات

الصغيرة والمتوسطة التي لا تستطيع تحمُّل تكاليف اقتناء التجهيزات التقنية والبرمجيات، على الإقبال على اقتناء موارد البنية التحتية التقنية كخدمة إلكترونية مدفوعة الثمن حسب مقدار الاستخدام، وفي ظرف دقائق معدودة من خلال شبكة الإنترنت. وبشكل عام، هناك ثلاثة مبادئ أساسية مكَّنت من تغيير مفهوم التعامل مع طبقة التجهيزات المادية، وهذه المبادئ هي: التقنية الافتراضية، وتقنية توزيع الأحمال، وإمكانية تمويل الموارد الحاسوبية حسب الطلب. وكما تمَّ التطرق إليه سابقاً، فإنَّ التقنية الافتراضية تهدف إلى زيادة الانتفاع من الموارد الحاسوبية، وتسمح بمشاركة المورد التقني نفسه بين العديد من المستفيدين، وتساعد على إعطاء مستويات مختلفة لمبدأ إخفاء تفاصيل التعامل المباشر مع الموارد التقنية المتاحة بالنسبة للمستفيد، وترك ذلك لمزود الخدمة.

أما تقنية توزيع الأحمال فإنها تسمح بتوزيع أعباء المهام الإلكترونية الموجَّهة من عدة مستفيدين على عدة خوادم تحقيقاً لكفاءة أعلى في التشغيل، واستغلال أكبر لإمكانيات الموارد الحاسوبية المتاحة، وتخفيض وقت الاستجابة للطلبات الواردة، وبالتالي تحقيق زيادة في الإنتاجية. أخيراً، تشير إمكانية تمويل الموارد الحاسوبية حسب الطلب إلى ما يُسمَّى بالقابلية للتوسع (scalability)، وهي إحدى الخصائص الأساسية للحوسبة السحابية. لقد فرضت التطبيقات الجديدة، كالتجارة الإلكترونية وشبكات التواصل الاجتماعي وغيرها، بيئةً سريعة النمو والتغير، وحاجةً ماسة لضرورة تحقيق متطلبات المستفيد من الموارد الحاسوبية في وقت قصير لا يعيق تشغيل تطبيقاته الإلكترونية. وسيتم التطرُّق لهذه المبادئ الثلاثة بتفصيل أكبر في الفصل السابع من هذا الكتاب.

أخيراً، تدخل طبقة التجهيزات المادية في اتفاقية مستوى الخدمة (SLA)، بل إنها تُعتبر أهم طبقة تتحكم في تفاصيل هذه الاتفاقية، حيث تؤثر هذه الطبقة بشكل أكبر على اتفاقية مستوى الخدمة في حالة مراكز البيانات. فعندما يحاول المستخدم الوصول إلى السحابة، ينبغي أن تكون السحابة متاحة بأسرع ما يمكن، وأن يكون هذا الوصول ضمن الإطار الزمني المتفق عليه ضمن بنود اتفاقية مستوى الخدمة. عند وجود تفاوت في مستوى خدمة تمويل الموارد الحاسوبية والتطبيقات المرتبطة بها إلى المستفيد، يجب أن يلتزم مقدم الخدمة بدفع الغرامة المنصوص عليها في الاتفاقية. لذا فإنه تفادياً للوقوع في مثل هذه الغرامات، يحرص مزودو الخدمة على أن تحتوي مراكز بياناتهم المتاحة على السحابة على شبكات ذات اتصال سريع جداً، بالإضافة إلى استخدام خوارزميات ذات كفاءة عالية تسمح بنقل البيانات من

مركز البيانات إلى المستفيد دون عوائق. الجدير بالذكر أن السحابة الواحدة يمكن أن تحتوي على عدة مراكز بيانات، كما أنه يمكن لعدة سحابات أن تتشارك في مركز بيانات واحد.

بُنية السحابة:

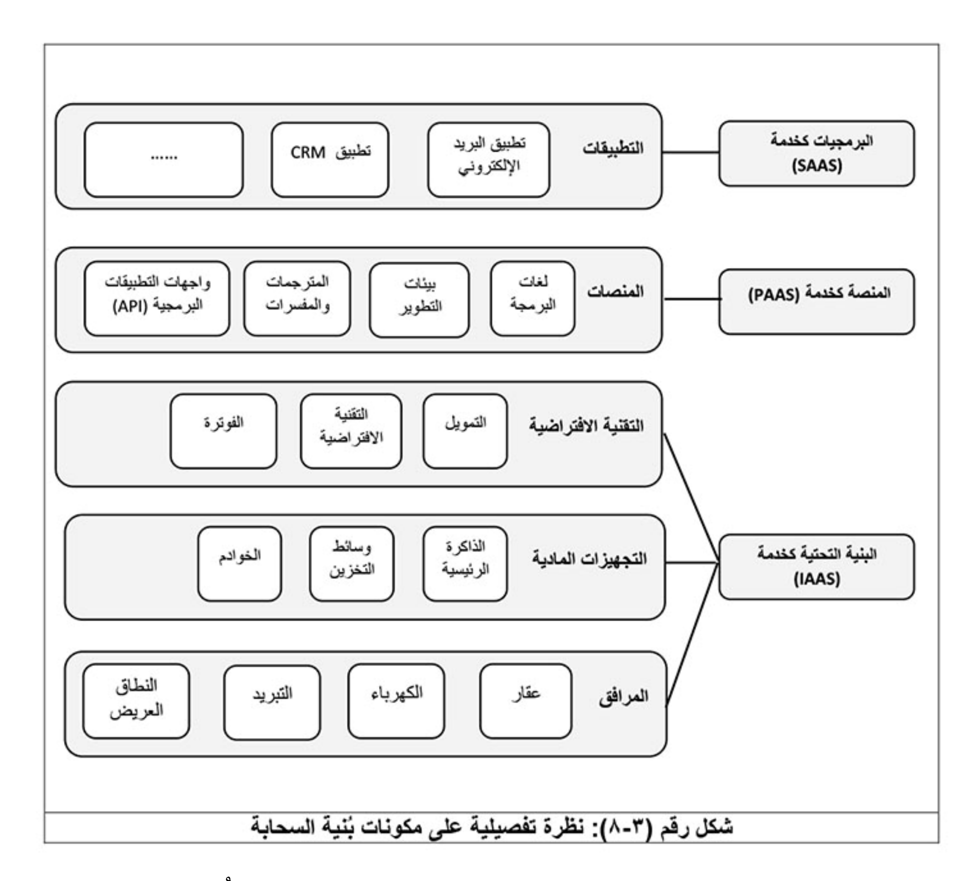
تُعتبر بُنية السحابة جزءًا لا يتجزأ من عِمارة وتصميم الحوسبة السحابية التي تطرقنا إليها في القسم السابق من هذا الفصل، إلا أن العِمارة والتصميم هو مصطلح أعمُّ، إذ يشتمل على كل المكونات والعناصر الضرورية لتشغيل الخدمات السحابية ابتداءً من الواجهة الأمامية (المستفيد) وصولاً إلى النهاية الخلفية (التجهيزات المادية والمعدات) ومروراً بكل من الشبكة الحاسوبية، بما فيها الإنترنت وطبقة إدارة السحابة. من جانب آخر، تصف بُنية السحابة التركيب العام لها دون التطرق إلى عناصر قد تعتمد تقنية الحوسبة السحابية عليها لكي تعمل؛ كتقنية الإنترنت التي لا يتم تضمينها في بُنية السحابة. تختلف بعض المراجع العلمية في إظهار الشكل العام لبُنية السحابة، ويعود ذلك إلى اختيار كل مرجع للعمق الوصفي المستهدف لمكونات بُنية السحابة. على الرغم من ذلك، تتفق كل هذه المراجع على استخدام نموذج برمجية-منصة-بنية تحتية (SPI) المعتمد من المعهد الوطني للمعايير والتقنية (NIST)، الذي يُجمِل، دون عمق وصفي، بُنية السحابة في ثلاثة مكونات أساسية، هي: البنية التحتية كخدمة (IaaS)، والمنصة كخدمة (PaaS)، والبرمجيات كخدمة (SaaS)، كما هو ظاهر في الشكل (٣-٧). يتم استخدام نموذج (SPI) بشكل أساسي لتوضيح كيفية توزيع الخدمات التي تتيحها الموارد الحاسوبية الموظفة في الحوسبة السحابية بشكل نظري أو تجريدي يسهل معه فهم طبيعة الخدمات المقدَّمة وتصنيفها. ولا يعني بالضرورة تصوير هذه الخدمات بشكل متتالٍ ورأسي أن يرتبط استخدام طبقة معينة باستخدام طبقة أخرى، فعلى سبيل المثال: من الممكن أن يتم تزويد خدمات البرمجيات كخدمة (SaaS) بشكل مباشر دون استخدام خدمات طبقتي المنصة كخدمة (PaaS) والبنية التحية كخدمة (IaaS)، وبالطريقة نفسها يمكن لمستفيد أن يقوم بتشغيل برنامج ما على طبقة البنية التحية كخدمة (IaaS) وبشكل مباشر دون الحاجة لإنشاء برمجية كخدمة (SaaS) تساعد في تنفيذ البرنامج.



شكل رقم (٣-٧): نظرة مُجمَلة على مكونات بُنية السحابة

تتيح طبقة البرمجيات كخدمة (SaaS) للمستفيد إمكانية الاستخدام والوصول إلى التطبيقات البرمجية، التي يملكها ويستضيفها مزود الخدمة أو المورّد، عبر شبكة الإنترنت. ومن أشهر التطبيقات البرمجية الأكثر شيوعاً تطبيق البريد الإلكتروني (email)، وتطبيق إدارة علاقة المستفيدين (CRM). أما في طبقة المنصة كخدمة (PaaS)، فيقوم مزود الخدمة بعرض منصة محوسبة تشمل أنظمة التشغيل (OSs)، وبيئات تطوير وتنفيذ التطبيقات البرمجية، وأنظمة قواعد البيانات، وخدمات أخرى مرتبطة بأنظمة التشغيل عبر شبكة الإنترنت، دون الحاجة لأن يقوم المستفيد بتنزيل وتركيب هذه الأنظمة على جهازه المكتبي. بينما تتيح طبقة البنية التحتية كخدمة (IaaS) إمكانية عرض مكونات الحوسبة الأساسية (كالأجهزة والمعدات، والخوادم، ومكونات الشبكة) للاستخدام كخدمة مقدمة من مزود الخدمة إلى المستفيد بناءً على الطلب؛ مما يعني إتاحة مستوى تحكم أعلى للمستفيد مقارنة بنموذجي البرمجيات كخدمة (SaaS) والمنصة كخدمة (PaaS). ولإعطاء نظرة تفصيلية أعمق لهذه الطبقات، قد يكون من المفيد الاستفاضة في الوصف من خلال عرض الشكل رقم (٣-٨). تشير الطبقة الأولى في الشكل (٣-٨) إلى طبقة التطبيقات، حيث تمثل الاتصال المباشر بين المستفيد والحوسبة السحابية على هيئة خدمة إلكترونية ينفذ فيها المستفيد قائمة واسعة من المهام، لا تنحصر فقط في التطبيقات المذكورة في الشكل بل تشمل قائمة لا منتهية؛

كالخدمات المالية والقانونية، والموارد البشرية، والنسخ الاحتياطي، والاستعادة من الكوارث، والعديد من المجالات الأخرى التي تتنوع بتنوُّع متطلبات العملاء في نطاقات أعمالهم المختلفة.



شكل رقم (٣-٨): نظرة تفصيلية على مكونات بُنية السحابة

في الطبقة الثانية، تظهر المنصات كطبقة يزداد فيها مستوى التحكُّم المتاح للمستفيد، حيث تشمل مُترجمات ومُفسرات لغات البرمجة، وبيئات التطوير البرمجي المختلفة، إضافة إلى إمكانية عرض قائمة واسعة من أنظمة التشغيل المتعددة للعملاء. في الطبقة الأخيرة، تظهر طبقة البنية التحتية كخدمة، والتي يمكن تقسيمها إلى ثلاثة مستويات فرعية حسب الخدمات التي يمكن إتاحتها في هذه الطبقة. قد يكون هناك مزودون لخدمة المرافق، حيث يتيح مالك مركز البيانات إمكانية تأجير المساحة المكانية للمركز الذي يمكن أن يحتوي على الخدمات الأساسية له؛ كالكهرباء، والتبريد، والربط الشبكي. في المستوى التالي تأتي التجهيزات

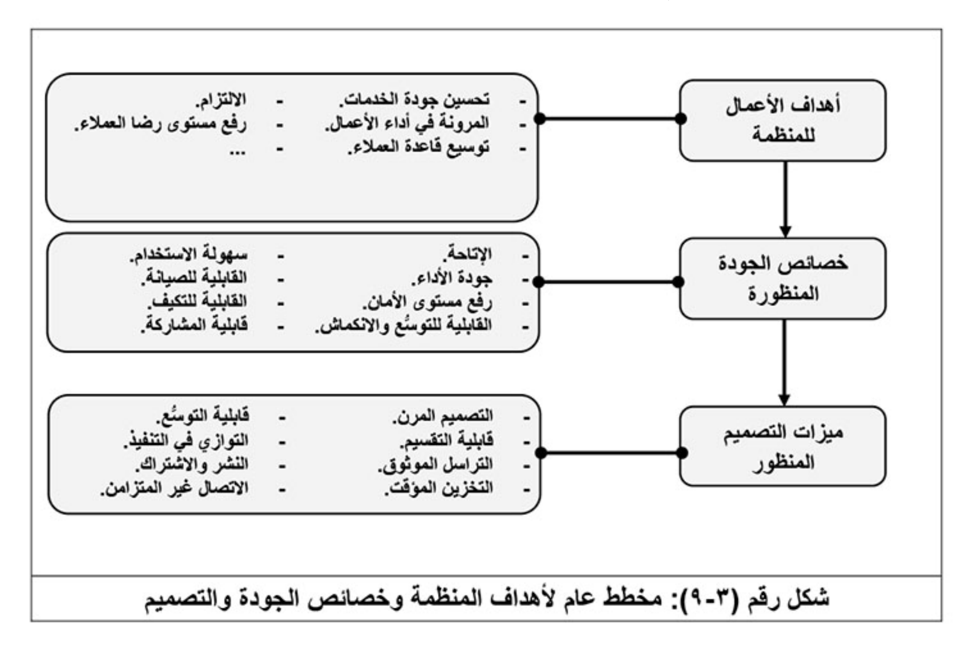
المادية، ويشتمل على تشكيلة واسعة من الأجهزة والمعدات؛ كالخوادم، ووسائط التخزين، والذاكرة الرئيسة، والشبكات. كل هذه الموارد الحاسوبية يمكن أن يتم تخصيص استخدامها لمستفيدين محددين، وبناء على طلبهم. ومما يسهل عملية إدارة التخصيص وتوفير هذه الموارد توظيف التقنية الافتراضية التي تظهر كمستوى فرعي من طبقة البنية التحتية كخدمة. تسهل هذه التقنية-كما ذكرنا سابقاً - إمكانية تمويل الموارد بشكل ذاتي، وتسمح بمشاركة المورد الواحد بين عدة مستفيدين، رفعاً لكفاء الاستخدام في بيئة الحوسبة السحابية.

٣/٣ نموذج تطبيقي لعِمارة الحوسبة السحابية:

قبل الحديث عن النموذج التطبيقي لعِمارة الحوسبة السحابية، قد يكون من المناسب التطرُّق لعدد من الجوانب التي تساعد في زيادة فهم القارئ لمواصفات اختيار التصميم المعماري المناسب. ذكرنا في مقدمة هذا الفصل ضرورة أن يكون لدى الفرد أو المنظمة الراغبة في الاستفادة من خدمات الحوسبة السحابية وصف واضح ودقيق عن متطلبات أعمالها، والتي غالباً ما تتواءم مع أهدافها. لا تقتصر فقط هذه المتطلبات على الخصائص الوظيفية (functional requirements) للخدمة السحابية المستهدفة، وهي التي تغطي جانب المخرجات المتوقعة من هذه الخدمة، بل ينبغي أن تشتمل أيضاً على خصائص جودة الخدمة المقدمة؛ كجودة الأداء، ومستوى الأمان المتوقع من المستفيد، والاعتمادية، والإتاحة، وسهولة الاستخدام، والقابلية للصيانة، والقابلية للتكيف مع البيئة التقنية التي تعمل فيها، إضافة إلى العديد من الخصائص الأخرى التي تتنوع مع تنوُّع مجالات الخدمة ومتطلباتها، سواءً كانت في المجال الطبي أو التعليمي أو الاقتصادي أو غيره من المجالات. يوضح الشكل (٣-٩) مخططاً عاماً يصوِّر أهدافاً عامة لأعمال منظمة ما، وخصائص الجودة المتوقعة من الخدمة المستهدفة، ومجموعة من ميزات التصميم التقني المنظور ارتباطه مع الخدمة. يساعد هذا المخطط على جمع وتحديد كل هذه العناصر في شكل واحد يمكن أن يُسترشَد به في مراحل لاحقة؛ مما يسهل على المستفيد استحضار هذه العناصر كمدخلات لمرحلة لاحقة عند اختيار نموذج تصميم الحوسبة السحابية الأكثر ملاءمةً.

بعد تحديد كلٍّ من الخصائص الوظيفية وخصائص الجودة للخدمة المستهدفة، يتم ربط هذه الخصائص بشكل مباشر مع تصميم الحوسبة السحابية الأكثر ملاءمةً، والذي يدعم تحقيقها حسب طلب وتوقعات المستفيد. هناك العديد من منهجيات (أو أُطُر) البنية المؤسسية المتاحة في السوق التي تساعد على مواءمة عمليات ومتطلبات الأعمال مع

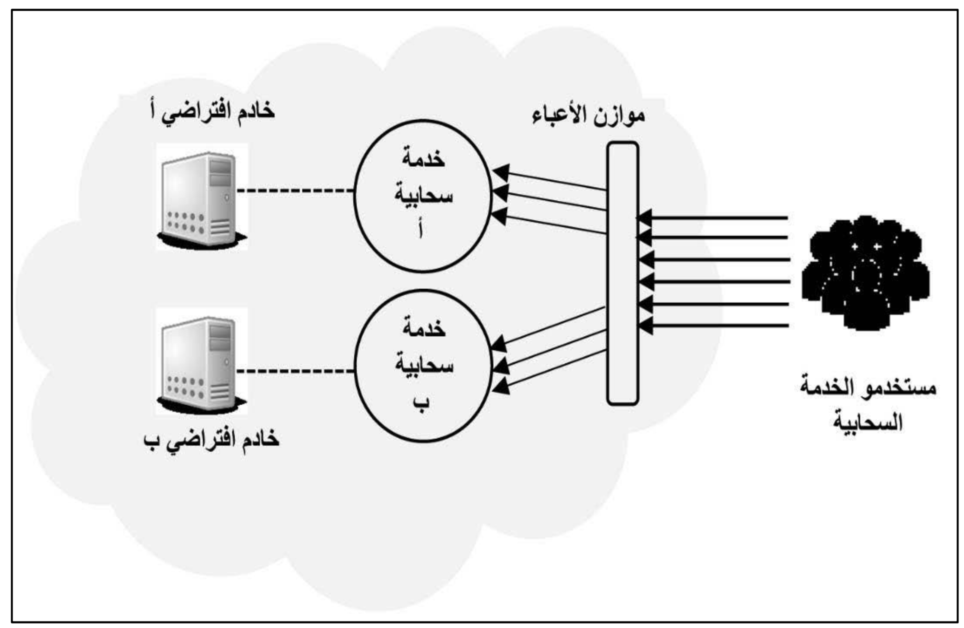
التصاميم التقنية المتاحة، على أن يقوم المستفيد بعد ذلك باختيار الأكثر مناسبةً منها، والأقرب تحقيقاً لمتطلبات أعماله. على سبيل المثال لا الحصر، تبرز منهجية زاك مان (Zach man) كإطار عملي يمثل البنية المؤسسية للمنظمة، ويساعد في تعريف عملياتها ومتطلباتها، كما تمثل منهجية توجاف (TOGAF) إطاراً للبنية المؤسسية للمنظمة كمنهجية لتصميم وتخطيط وتطبيق وحوكمة التصميم التقني لأنظمة ومعلومات المنظمة. إضافةً إلى ذلك، برزت خلال الأعوام القليلة الماضية منهجيتا كلٍّ من قارتنر (Gartner) والبنية المؤسسية الفيدرالية (Federal Enterprise Architecture - FEA). وحيث إنَّه لا يتسع المجال في هذا الكتاب لشرح هذه المنهجيات، إلا أنه يمكن الحصول على مزيد من التفاصيل عنها، وعن آلية استخدامها والمقارنة فيما بينها، من خلال الاطلاع على وثيقة (A Comparison of the Top Four Enterprise-Architecture Methodologies) الموجودة في مركز الوثائق على الموقع الإلكتروني لشركة مايكروسوفت.



شكل رقم (٣-٩): مخطط عام لأهداف المنظمة وخصائص الجودة والتصميم

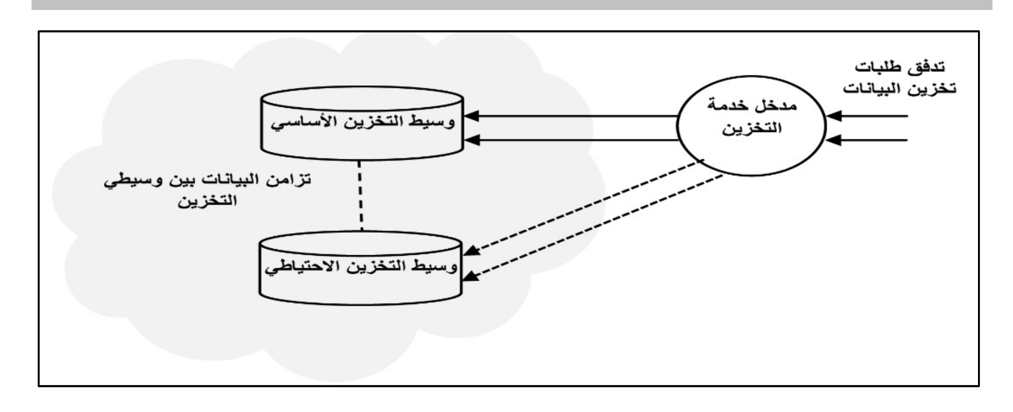
إنَّ تنوُّع احتياجات المستفيدين وتبدُّل متطلباتهم باستمرار، يحتم أن يساير مزودو الخدمات السحابية هذا التوجُّه، وأن يعرضوا خدماتٍ ذات مواصفاتٍ وخصائص مرنة تتكيف مع هذه الاحتياجات. لا تختصُّ هذه المواصفات والخصائص المرنة فقط بطبقة

واحدة من بُنية السحابة الواردة في الشكل رقم (٣-٧)، بل ينبغي أن تتصف بها كلُّ الطبقات الثلاث. وتبعاً لهذا التنوُّع في المتطلبات يتوفر العديد من التصاميم المعمارية للبنى التحتية التقنية للحوسبة السحابية. على سبيل المثال، عندما يكون جُلُّ اهتمام المستفيد تجنُّب تعرُّض موارده التقنية (كالخوادم) لمستويات عالية من الاستخدام المتزامن، مما قد يؤدي إلى تدهور في مستوى الأداء، وانخفاض في مستوى إتاحة واعتمادية الخدمة، الأمر الذي قد يعرِّض هذه الموارد في أسوأ الحالات لعطل شامل؛ فإنه يُنصَح بتبني التصميم المعماري الذي يأخذ بعين الاعتبار عملية توزيع الأعباء أو الأحمال الواردة على أكثر من مورد، ويُسمَّى هذا التصميم بتصميم توزيع الأحمال (workload distribution architecture). يتم في هذا التصميم إضافة مورد تقني آخر، وبشكل أفقي، من نفس نوع المورد الذي يُتوَقَّع تعرضه لأعباء كبيرة. كما يتم إضافة موازن للأحمال أو الأعباء (load balancer) يقوم بتوفير برمجية قادرة على توزيع أعباء المهام الواردة أو توزيع حمل الاستخدام المتزامن بالتساوي على الموارد التقنية المرتبطة به، انظر الشكل رقم (٣-١٠) لمزيد من التفاصيل. يخفّض توظيف هذا التصميم من سلبيات الاستخدام المفرط والتركيز على مورد واحد أو أكثر، وكذلك يتيح استغلال موارد أخرى لا يتم استخدامها بشكل كافٍ. وكمثال آخر، عندما يكون اهتمام المستفيد تجنُّب حصول خلل في الوصول إلى وسائط التخزين المحتوية على بياناته، مما يؤدي إلى حدوث عطل في عمل الخدمة السحابية التي يعتمد تشغيلها على الوصول إلى هذه البيانات؛ فإنه يُنصَح بتبني تصميم معماري يُسمَّى بتصميم التخزين الاحتياطي (redundant storage architecture). يعتمد هذا التصميم على نظام تخزين يوفر نسخة مكررة أو احتياطية من وسيط التخزين، بحيث يصبح هناك وسيطا تخزين على الأقل يعملان بشكل متزامن؛ لضمان تطابق البيانات المكررة في كلا الوسيطين، انظر الشكل رقم (٣-١١) لمزيد من التفاصيل. في معظم الأحيان، يقوم مزودو السحابة بتوزيع وسائط التخزين الأساسية والاحتياطية في مواقع جغرافية مختلفة لأسباب أمنية، في حال حدوث كوارث، أو اقتصادية؛ لتقليص البُعد عن العملاء، ومن ثَمَّ تخفيض تكلفة نقل البيانات.



شكل رقم (٣-١٠): تطبيق نسخة مكررة من الخدمة السحابية أ على الخادم الافتراضي ب. يقوم موازن الأعباء باستقبال الطلبات الواردة من مستخدمي الخدمة السحابية، ثم يقوم بإعادة توجيه الطلبات إلى الخادمين الافتراضيين أ وب؛ تحقيقاً لتوزيع الأعباء بالتساوي على الخادمين، وتجنباً لتكديس الطلبات على خادم واحد.

ويمكن للقارئ استعراض المزيد من التصاميم المعمارية المتعددة للحوسبة السحابية، والتي تختلف باختلاف حاجات المستفيد وطبيعة المشكلة التي يرغب المستفيد في تجنُّبها عند تشغيل الخدمات السحابية، من على البوابة الإلكترونية لشركة أركي تورا (Architura) على الرابط (http://cloudpatterns.org).

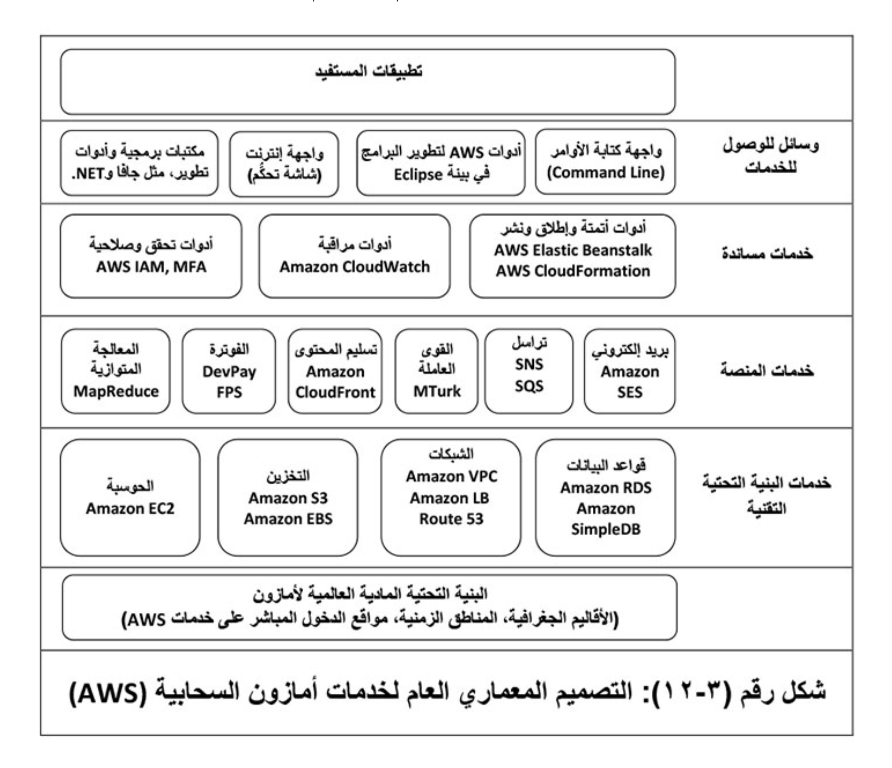


شكل رقم (٣-١١): في الأحوال الطبيعية، يتم توجيه طلبات تخزين البيانات إلى وسيط التخزين الأساسي، ثم تتم عملية مزامنة البيانات بين الوسيطين. وفي حال عطل وسيط التخزين الأساسي، يقوم مدخل خدمة التخزين بإعادة توجيه الطلبات إلى وسيط التخزين الاحتياطي لتتم عملية التخزين، وبالتالي استمرار إتاحة البيانات للمستفيد.

بعد استعراض بعض الجوانب المهمة للتصميم المعماري للحوسبة السحابية، نتطرق الآن إلى نموذج تطبيقي لعِمارة الحوسبة السحابية، والخاص بالخدمات السحابية لشركة أمازون. ويعود اختيار هذا النموذج إلى أن خدماتها تُعدُّ معيارًا مرجعيًّا للخدمات السحابية؛ لأسبقيتها في سوق الحوسبة السحابية، حيث تُعتبر شركة أمازون لخدمات الشبكة العنكبوتية (aws.amazon.com) رائدةً في تقديم حلول مبتكرة لخدمات الحوسبة السحابية. ولقد كان للشركة أولوية بين المزودين في صناعة الخدمات السحابية، حيث قامت بتسليم أول خدمتين سحابيتين: الأولى للتخزين (Amazon S3)، والثانية للحوسبة (Amazon EC2) خلال عام ٢٠٠٦. كانت انطلاقة الشركة بدايةً تستهدف الشركات الصغيرة كعملاء، ومجموعات التطوير البرمجي داخل الشركات العملاقة، ثُمَّ أصبح تركيزها ينصبُّ على سد متطلبات الشركات الكبرى خصوصاً في المجال البنكي والخدمات المالية (Gary MacFadden, 2014). يوضح الشكل رقم (٣-١٢) التصميم المعماري العام لخدمات أمازون السحابية (Amazon Web Services - AWS).

على الرغم أن خدمات أمازون السحابية (AWS) تحتوي على عدد كبير ومتنوع من الخدمات السحابية، إلا أن تركيز معظم العملاء والمستفيدين يتجه نحو خدمة الحوسبة (EC2) وخدمة التخزين المرتبطة بها S3، واللتين يأتي تفصيلهما أدناه.

يوضح الشكل (٣-١٢) مخططاً مكوناً من ست طبقات متتالية من الخدمات، تبدأ من الأعلى بتطبيقات المستفيد التي تقوم بالاتصال عن بُعد بخدمات (AWS) عبر الإنترنت، ليتم إتاحة التحكم في الخدمات عبر واجهات مصممة متعددة حسب طلب المستفيد، إمَّا على شكل واجهات عبر متصفح الإنترنت أو على شكل واجهة لكتابة الأوامر نصياً. كما تتيح خدمات (AWS) بيئات تطوير متعددة لكتابة وصيانة التطبيقات، مثل: جافا، و(NET)، و(Eclipse)، والعديد من البيئات الأخرى. ثم تتنوع خدمات (AWS) المعروضة في المخطط مصنفةً عبر ثلاث طبقات رئيسية، هي: خدمات مساندة، وخدمات المنصة، وخدمات البنية التحتية التقنية. ويفصّل الجدول رقم (٣-٢) استخدام كل خدمة (AWS) حسب الطبقة التي تقع فيها. تقف كل هذه الخدمات على بنية تحتية تقنية موزعة على مراكز بيانات متعددة عبر العالم، لأسباب اقتصادية وقانونية وأمنية، وتقع في ١٦ موقعاً جغرافيًّا يغطي ٤٢ منطقة زمنية مختلفة. استناداً إلى البوابة الإلكترونية لأمازون، سيتم إضافة خمس مناطق زمنية جديدة وموقعين جغرافيين آخرين خلال عام ٢٠١٨م.



شكل رقم (٣-١٢): التصميم المعماري العام لخدمات أمازون السحابية (AWS)

جدول رقم (٣-٢): خدمات أمازون السحابية (*AWS*)

طبقة الخدمات السحابية	اسم الخدمة السحابية	وظيفة الخدمة السحابية
خدمات مساندة	AWS Elastic Beanstalk	هي خدمة سحابية تنسيقية لنشر وإطلاق البنية التحتية، كما تقوم بتنسيق عمل خدمات AWS المتعددة، مثل خدمات EC2، وS3، وSNS، وCloudWatch.
	AWS CloudFormation	هي خدمة سحابية تساعد على نمذجة وتركيب وتجهيز الموارد المؤجرة للمستفيد من خدمات AWS، بحيث لا يقضي المستفيد وقتاً طويلاً لإدارة هذه الموارد، ويكون جلُّ تركيزه على تطبيقه الإلكتروني الذي يعمل على AWS.
	Amazon CloudWatch	هي خدمة سحابية لمراقبة ومتابعة الموارد السحابية من أجهزة وتطبيقات، والتي تعمل على AWS. يمكن استخدام هذه الخدمة لجَمْع وتتبُّع الإحصائيات وملفات التسجيل (log files). كما تمكِّن هذه الخدمة من وضع إنذارات مبكرة على أداء الموارد، وتستطيع التفاعل مع أي تغييرات على موارد AWS.
	AWS IAM	يشير اختصار IAM إلى Identity and Access Management، ويعني إدارة الهوية والوصول. وهي خدمة سحابية تساعد المستفيد على التحكم في وصول عملائه إلى موارده من خدمات AWS. يتم استخدام هذه الخدمة للتحكم في مَن يستطيع استخدام موارد AWS من المستخدمين (عملية المصادقة - authentication)، وما هي الموارد التي يستطيع المستخدمون استخدامها، وبأي طريقة (عملية إعطاء الصلاحية – authorization).

طبقة الخدمات السحابية	اسم الخدمة السحابية	وظيفة الخدمة السحابية
	MFA	يشير اختصار MFA إلى Multi-Factor Authentication، ويعني المصادقة المتعددة. وهي خدمة سحابية تساعد المستفيد على حماية موارده من خدمات AWS، حيث تضيف MFA كلمة مرور سرية إضافية بغرض الحماية، عن طريق الطلب من المستخدم إدخال كلمة مرور مُرسَلة إلى جهاز معتمد للمستخدم كرسالة نصية، عند محاولة الوصول إلى خدمة AWS المستهدَفة.
خدمات المنصة	Amazon SES	يشير اختصار SES إلى Simple Email Service، ويعني خدمة البريد الإلكتروني البسيطة. وهي خدمة سحابية للبريد الإلكتروني توفِّر للمستفيد منها طريقةً سهلةً ذات تكلفة منخفضة لإرسال واستقبال رسائل البريد الإلكتروني باستخدام عناوين ونطاقات بريده الإلكتروني. وتُجنِّب هذه الخدمة المستفيد عناءَ إدارة خادم البريد الإلكتروني، وتهيئة الشبكة والعناوين.
	Amazon SNS	يشير اختصار SNS إلى Simple Notification Service، ويعني خدمة الإشعار البسيطة. وهي خدمة سحابية لتنسيق وإدارة إرسال وتسليم الرسائل إلى العملاء.
	Amazon SQS	يشير اختصار SQS إلى Simple Queue Service، ويعني خدمة الاصطفاف البسيطة. وهي خدمة سحابية تدعم إرسال الرسائل عن طريق تطبيقات الإنترنت بطريقة برمجية.

طبقة الخدمات السحابية	اسم الخدمة السحابية	وظيفة الخدمة السحابية
	Amazon Mechanical Turk (MTurk)	هي خدمة سحابية من ضمن خدمات AWS. تأتي هذه الخدمة على شكل سوق تجاري على الإنترنت يقوم فيه الأفراد أو أصحاب الأعمال (أصحاب الطلب) بعرض مجموعة من المهام، التي يستطيع الإنسان أداءها بشكل أفضل من الحاسب، على مجموعة من المستخدمين بغرض مشاركة معلوماتهم ذات العلاقة بالمهام المطلوبة. عند إنجاز المهمة يقوم صاحب الطلب بدفع مقابل مادي للمستخدم الذي أنجز المهمة. وتشمل هذه المهام، على سبيل المثال، البحث في الصور، وكتابة وجهة النظر عن المطاعم والفنادق، وترجمة النصوص إلى لغات أخرى، وتحديد ما إذا كان فندق معين مناسبًا للعائلة، إلخ.
	Amazon CloudFront	هي خدمة سحابية تهدف إلى تسريع توزيع المحتوى على الإنترنت، والتي تأتي على شكل صفحات ذات امتداد .html، أو .css، أو .php، أو ملفات صور. يتم تسليم المحتوى عن طريق شبكة واسعة من مراكز البيانات المنتشرة حول العالم والمستضيفة لخدمات AWS تُسمَّى edge locations.
	Amazon DevPay	هي خدمة سحابية سهلة الاستخدام لإدارة حساب المستفيد مع AWS وكذلك الفواتير؛ مما يحفز أصحاب الأعمال على بيع تطبيقاتهم التي تعمل على منصة AWS، وتسهيل عمليات الدفع والشراء.
	Amazon FPS	يشير اختصار FPS إلى Flexible Payments Service، ويعني خدمة الدفع المرنة. وهي خدمة سحابية تسمح للمتاجر المشتركة على الإنترنت باستخدام نظام المدفوعات لتجارة التجزئة الخاص بأمازون، ومن ثَمَّ تمكينهم من الدخول على قاعدة بيانات العملاء

وظيفة الخدمة السحابية	اسم الخدمة السحابية	طبقة الخدمات السحابية
(معلومات الهوية، وعناوين الشحن، وتفاصيل الدفع)؛ لتسهيل بيع خدماتهم وبضائعهم.		
هي خدمة سحابية يُشار لها أحياناً بـ Amazon EMR. وتُعنَى هذه الخدمة بجعل معالجة البيانات الضخمة أكثر سهولةً وكفاءةً. تتم عملية المعالجة باستخدام منتج Hadoop بالاشتراك مع منتجات أخرى خاصة بـ AWS، وذلك للقيام بمهام، مثل: فهرسة محتوى الويب، واستكشاف وتنقيب البيانات، وتحليل ملفات التسجيل (log files)، والمحاكاة العلمية، ومستودعات البيانات الضخمة.	Amazon Elastic MapReduce	
يشير اختصار RDS إلى Relational Database Service، ويعني خدمة قواعد البيانات العلاقية. وهي خدمة سحابية توفِّر العمليات الرئيسية للتعامل مع قواعد البيانات العلاقية؛ كالتجهيز، والتهيئة، والتشغيل. تتيح هذه الخدمة سعةً قابلة للتغير حسب الحاجة وبتكلفة معقولة، كما أنها تقوم بإدارة المهام الأكثر شيوعاً في قواعد البيانات؛ كالنسخ الاحتياطي، واكتشاف الأعطال، والاستعادة من الكوارث.	Amazon RDS	خدمات البنية التحتية التقنية
يشير اختصار SimpleDB إلى Simple Database، ويعني قاعدة البيانات البسيطة. هي خدمة سحابية تُعرَف أحياناً بمخزن البيانات ذي الخصائص التالية: غير علاقية (NoSQL)، ومرونة عالية، وقابلة للتوسع والانكماش والقياس، وإتاحة عالية. وتسمح هذه الخدمة بإنشاء وتخزين مجموعات البيانات غير العلاقية بسهولة، وبعمليات الاستعلام، وبإرجاع النتائج. كما تقوم الخدمة بوظائف قواعد البيانات الرئيسية؛ كالفهرسة، والصيانة، والنسخ الاحتياطي، ومراقبة الأداء.	Amazon SimpleDB	

طبقة الخدمات السحابية	اسم الخدمة السحابية	وظيفة الخدمة السحابية
	Amazon VPC	يشير اختصار VPC إلى Virtual Private Cloud، ويعني السحابة الخاصة الافتراضية. وهي خدمة حوسبة سحابية تجارية تزوِّد المستفيد بسحابة خاصة افتراضية من خلال تخصيص جزء منفصل منطقياً على سحابة أمازون. يمكن أن يحتوي هذا الجزء المخصص على موارد حاسوبية متعددة؛ كالخوادم ووسائط التخزين والخدمات الأخرى، حسب طلب المستفيد. ويشابه العمل على هذه السحابة الخاصة إلى حدِ كبير العمل على الشبكة التقليدية للعميل في مركز بياناته التقليدي، ويزيد على ذلك الفوائد التي يجنيها المستفيد من استخدام البنية التحتية التقنية المرنة التي توفرها AWS.
	Elastic LB	يشير اختصار LB إلى load-balancing، ويعني موازنة أعباء وأحمال المهام. وهي خدمة سحابية تتيح إمكانية توزيع طلبات التطبيقات الإلكترونية الواردة إلى الموارد المستهدفة (كالخوادم) بشكل متساوٍ وأوتوماتيكي. يخفِّض توظيف هذه الخدمة من سلبيات الاستخدام المفرط والتركيز على مورد واحد أو أكثر، وكذلك يتيح استغلال موارد أخرى لا يتم استخدامها بشكل كافٍ.
	AWS Route 53	هي خدمة سحابية عالية الإتاحة وقابلة للقياس، تخصُّ نظام أسماء النطاقات (Domain Name System – DNS)، وتقوم بترجمة أسماء النطاقات من كلمات يفهمها المستخدم، مثل www.example.com، إلى أرقام تُعرف باسم عنوان (IP) يفهمها الحاسوب، مثل 192.0.2.1. تكمن أهمية هذه الخدمة في إعطاء المستفيد إمكانية توجيه طلبات عملائه إلى تطبيقات

طبقة الخدمات السحابية	اسم الخدمة السحابية	وظيفة الخدمة السحابية
		الإنترنت المستهدفة. هذه الخدمة متوافقة تماماً مع تقنية IPv6.
	Amazon S3	يشير اختصار S3 إلى Simple Storage Service، ويعني خدمة التخزين البسيطة. وهي خدمة سحابية توفِّر خدمة التخزين للمستفيد من خلال واجهات مخصَّصة على السحابة، مثل: (REST، SOAP، BitTorrent). تتيح هذه الخدمة العمليات الرئيسية للتعامل مع البيانات؛ كالتخزين، والاسترجاع، ومنح ومنع التعامل مع البيانات حسب طلب المستفيد، في أي وقت، ومن أي مكان في العالم.
	Amazon EBS	يشير اختصار EBS إلى Elastic Block Store، ويعني مخزن الكتلة المرن. وهي خدمة سحابية تتيح التخزين الدائم بأشكال وأحجام مختلفة، وتعمل مع خدمة الحوسبة EC2 على سحابة AWS. كل كتلة مخزنة لهذه الخدمة يتم عمل نسخة احتياطية منها في نفس المنطقة الزمنية المخزنة بها، لحماية المستفيد من أي عطل قد يحدث لوسيط التخزين؛ مما يتيح مستوى عاليًا من الإتاحة والمتانة لهذه الخدمة. كما تتيح هذه الخدمة إمكانية التوسُّع والانكماش في السعة خلال دقائق.
	Amazon EC2	يشير اختصار EC2 إلى Elastic Compute Cloud، ويعني الحوسبة السحابية المرنة. تشكِّل هذه الخدمة السحابية الجزء الرئيسي لمنصة الحوسبة السحابية الخاصة بأمازون. وتسمح هذه الخدمة للمستفيد بحجز خوادم افتراضية لتشغيل تطبيقاته الإلكترونية عليها. وتُشجِّع خدمة EC2 على النشر القابل للقياس والتطوير للتطبيقات الإلكترونية، عن طريق إتاحة خدمة يستطيع المستفيد من خلالها إنشاء نسخة من

طبقة الخدمات السحابية	اسم الخدمة السحابية	وظيفة الخدمة السحابية
		خادم افتراضي (Virtual Machine Instance)، يمكن أن تحتوي أي برمجية يريدها المستفيد. ويستطيع مستخدم هذه النسخة إنشاء وإطلاق وإنهاء أي عدد من الخوادم الافتراضية بناء على طلبه، ويقوم بدفع الأجر مقابل الاستخدام بالساعة؛ لذلك تُوصف هذه الخدمة بالمرنة. يستطيع مستخدم خدمة EC2 أن يختار ويتحكم في الموقع الجغرافي لكل نسخة يقوم بإنشائها؛ مما يُحسِّن الأداء، ويرفع مستوى الإتاحة.

الفصل الرابع

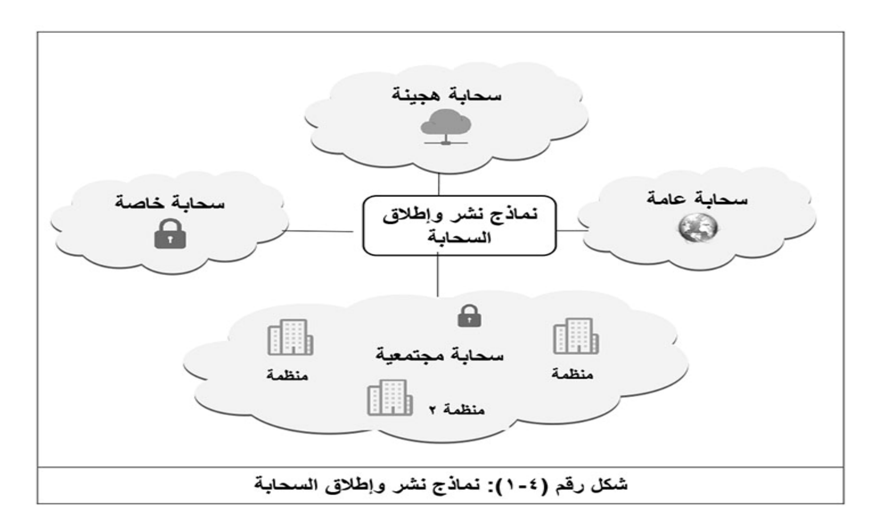
نماذج نشر وإطلاق السحابة

يُعرّف الفصل الرابع في مقدمته نماذج نشر وإطلاق السحابة الأربعة: السحابة الخاصة، والسحابة العامة، والسحابة المجتمعية، والسحابة الهجينة. ثم يتم تناول كل نموذج منها بتفصيل أكثر من عدة جوانب: كالبنية المعمارية للسحابة، وسِمات السحابة، وملاءمة تبنّي واستخدام السحابة، وأصناف السحابة (إن وُجِدَت)، وإيجابيات وسلبيات السحابة، وأخيراً مناقشة بعض النقاط المهمة ذات العلاقة بالسحابة، مثل: الموقع الجغرافي، والأمان والخصوصية، والأداء، والشبكة، وإدارة وصيانة السحابة، واتفاقية مستوى الخدمة، والتشريعات والقوانين ذات العلاقة.

١/٤ مقدمة:

تشير نماذج نشر وإطلاق السحابة إلى الأسلوب أو الطريقة التي يتم بها إتاحة الخدمات السحابية للمستفيد. وبمعنى أكثر دقة، يتيح مزود الخدمة موارده الحاسوبية من خوادم وتطبيقات وغيرها ليتم استخدامها من قِبل العموم (قطاع حكومي أو خاص أو أفراد) بمقابل مادي وبموجب اتفاقية مسبقة توضِّح الكيفية والكمية والمدة المطلوبة لتخصيص هذه الموارد، فعلى سبيل المثال، يُفضل بعض المستفيدين تخصيص مورد أو خدمة سحابية معينة بشكل حصري لهم دون مشاركة من الآخرين بناءً على طلبهم، في حين لا يمانع مستفيدون آخرون مشاركة المورد نفسه أو الخدمة نفسها مع عملاء أو مستفيدين آخرين رغبةً في تخفيض تكاليف الاستخدام الحصري، والتي غالباً تكون تكلفتها المادية أعلى. من ناحيةٍ أخرى، ترتفع نسبة العائد على الاستثمار بالنسبة لمزود الخدمة عند توزيع قدرات ووقت المورد التقني الواحد على أكثر من مستفيد في نفس الوقت. تحدد حاجة العميل نوع ونموذج إطلاق الخدمات السحابية المناسبة له، وعادةً ما يصاحب هذه الحاجة عوامل أخرى؛ كمستوى الأمان المنشود، والحوكمة، وطريقة الفوترة والتسوية عند الانتهاء من الخدمة. لذلك عادةً ما يتكيف مزود الخدمة مع هذه الحاجات والعوامل؛ بُغية تلبية رغبة العميل ورفع مستوى رضاه.

لا شك أن الارتباط الوثيق بين تنفيذ مهام وأعمال منظمة ما من جهة، وخدمات الحوسبة السحابية من جهة أخرى، يُعزِّز أهمية التأني في اختيار كل ما يمكن أن يؤثر على طبيعة هذا الارتباط. ويأتي اتخاذ القرار الصحيح فيما يتعلق باختيار نموذج النشر والإطلاق للسحابة على رأس تلك العوامل المؤثرة، إذ يجب انتقاء النموذج الأنسب وفقاً للاحتياجات والمتطلبات والميزانية المتاحة ودرجة الأمان المطلوبة. ولأن اتخاذ قرار خاطئ بشأن اختيار نموذج النشر والإطلاق الأنسب للمنظمة يُعتبَر مؤثراً بدرجة كبيرة؛ لذا فإنه من الضروري التعرُّف جيداً على هذه النماذج وخصائصها وسماتها الملائمة. وتبعاً لتعدُّد وتنوُّع المستفيدين من استخدام الحوسبة السحابية بتنوُّع توجهاتهم واحتياجاتهم المختلفة، فإنه من غير المتوقع أن يكون لنموذج نشر وإطلاق وحيد القدرةُ على تلبية جميع تلك الاحتياجات. ونتيجةً لذلك ولطريقة تجهيز وتهيئة السحابة، فإنه يمكن تصنيف نماذج نشر السحابة إلى أربعة أصناف، هي: السحابة العامة (public cloud)، والسحابة الخاصة (private cloud)، والسحابة الهجينة (hybrid cloud)، وأخيراً السحابة المجتمعية (community cloud) التي تعدُّ من نماذج أخرى أقل استخداماً سيتم التطرق إليها في معرض تفاصيل هذا الفصل. وتختلف نماذج النشر والإطلاق هذه عن بعضها البعض في عدة عوامل: كحجم السحابة (عدد الموارد التي يتم تخصيصها للمستفيد)، وموقع السحابة بالنسبة للمستفيد، وأمن السحابة، وتكاليف تبنيها، بالإضافة إلى عدة عوامل أخرى سنتطرق لها عند استعراضنا لكل نموذج من نماذج نشر وإطلاق الحوسبة السحابية.



شكل رقم (٤-١): نماذج نشر وإطلاق السحابة

٢/٤ نماذج نشر وإطلاق الحوسبة السحابية:

يُشير التعريف الأوليّ للحوسبة السحابية في بداية ظهورها إلى مجموعة من الحلول التقنية التي يتم فيها تخصيص الخدمات السحابية بشكل مرن عبر الإنترنت من موقع جغرافي يختلف عن موقع المستفيد، من خلال مزود خدمة (طرف ثالث) يسمح بمشاركة تلك الموارد التقنية، وعلى أن يتم احتساب تكلفة استخدام الخدمات بنفس الطريقة التي يتم بها احتساب تكلفة الخدمات العامة؛ كالكهرباء، وخدمات الهاتف. يميل هذا التعريف إلى ما يُعرَف اليوم بنموذج السحابة العامة، ويحمل معه مجموعةً من الفوائد والميزات من ناحية المرونة والتكلفة المادية، لكنه في الوقت نفسه يُظهر مجموعة من العيوب من ناحية الحوكمة ودرجة الأمان. ومع صعوبة الموازنة بين الفوائد والعيوب، واتخاذ القرار المناسب فيما يتعلق بتبني الحوسبة السحابية، إلا أنَّ العديد من المنظمات يفضِّل النظر في إيجاد طُرُق تتيح استغلال بعض فوائد الحوسبة السحابية، وفي الوقت نفسه تقليل عيوبها من خلال استخدام بعض أوجه الحوسبة السحابية. ولقد أفرزت تلك الجهود ظهور نموذج أكثر تحفظاً من نموذج السحابة العامة، يُعرَف بنموذج السحابة الخاصة. وفي عام ٢٠١١م، وسَّع المعهد الوطني للمعايير والتقنية (NIST) نماذج النشر والإطلاق، إضافةً للسحابة الخاصة والعامة، لتشمل نموذجين آخرين، هما: نموذج السحابة الهجينة، ونموذج السحابة المجتمعية، لتصبح في مجموعها أربعة نماذج، هي: (١) السحابة الخاصة، و(٢) السحابة العامة، و(٣) السحابة الهجينة، و(٤) السحابة المجتمعية، موضحة رسومياً في الشكل رقم (٤-١). وسيتم التطرق لكل منها بالتفصيل.

١/٢/٤ السحابة الخاصة:

في هذا النموذج من تقديم خدمات الحوسبة السحابية، يكون استخدام موارد السحابة المطلوبة محصوراً على منظمة واحدة فقط، والتي يكون لها في الغالب عدة وحدات إدارية متفرقة في عدة مواقع جغرافية. وتتصل جميع هذه الوحدات الإدارية ببعضها البعض عن طريق شبكة حاسوبية مناسبة (كالإنترنت، إذا كانت إدارات المنظمة في مناطق جغرافية متفرقة، أو كالشبكة المحلية - LAN – إذا كانت كل إدارات المنظمة في نفس الموقع أو في نفس المبنى)، ويتم الوصول للموارد الحاسوبية بشكل سلس يسهل معه مشاركة البيانات والتطبيقات الخاصة بالمنظمة. ويمكن أن يتم امتلاك وإدارة وتشغيل الموارد الحاسوبية بواسطة المنظمة المستفيدة نفسها، أو بواسطة طرف خارجي، أو أن يكون جزءٌ من الموارد

مملوكاً أو مُداراً أو مشغَلاً بواسطة المنظمة المستفيدة، والجزء الآخر مملوكاً أو مُداراً أو مشغلاً بواسطة طرف خارجي. أمَّا فيما يتعلق بموقع هذه الموارد، ففي الغالب يكون مستضَافاً داخل المنظمة المستفيدة (مركز البيانات الخاص بها)، أو مستضَافاً خارجها في حالات أخرى، بحيث تكون الموارد مملوكة في الغالب لطرف خارجي.

يتضح من خلال تعريف السحابة الخاصة أنها بيئة مصغرة لبيئة الحوسبة السحابية الأشمل والأكبر والمتمثلة في السحابة العامة. إذ إنَّ السحابة الخاصة تشترك في تطبيق وتوظيف بعض سمات الحوسبة السحابية؛ كالوصول للخدمات الإلكترونية عبر شبكة حاسوبية، وعرض تجمُّع واسع من الموارد الحاسوبية، ووجود مرونة في تخصيص وتحرير تلك الموارد. وبالرغم من وجود هذا التشابه، يرى بعض الممارسين والباحثين أن أي نموذج نشر وإطلاق يقلُّ في تطبيقه عن النموذج الكامل للسحابة، فهو ليس بحوسبة سحابية على الإطلاق، لكنه امتداد بسيط لمركز البيانات الحالي للمنظمة. وعلى الرغم من ذلك، أصبح مصطلح السحابة الخاصة دارجاً ومنتشراً في الأوساط التقنية، ومن المفيد التطرق له كأحد الخيارات المتاحة للمنظمات المنظور تبنيها للحوسبة السحابية.

ويوضح الجدول رقم (٤-١) مقارنةً مختصرة بين السحابة الخاصة والسحابة العامة. إذ إنَّه يتم استضافة السحابة الخاصة في الغالب في موقع المستفيد، ويمكن لها التوسُّع في حدود المئات أو الآلاف من الموارد التقنية (كالخوادم)، وتتصل بالمنظمة عبر روابط شبكية خاصة. وحيث إنَّ جميع الموارد التقنية (تطبيقات وخوادم) مقصورٌ مشاركتها داخل حدود المنظمة الواحدة، فإنّ مبدأ تعدُّد المستفيدين أو المستأجرين للخدمة، وهو مبدأ دارج في السحابة العامة، يكون مغيّباً في حالة السحابة الخاصة. ومن وجهة نظر مالية، فإنَّ الموارد المخصَّصة والمملوكة لنفس المنظمة المستفيدة لا تُعتبر مصدراً للإيرادات أو الأرباح كما هو الحال في السحابة العامة، بل على العكس تُعتبر مركزاً للتكلفة المرتبطة بالأجور والصيانة واقتناء البرمجيات وترقيتها. أخيراً، يُعتبر حجم السحابة الخاصة صغيرًا عند مقارنته بنماذج نشر وإطلاق الحوسبة السحابية الأخرى؛ من حيث عدد الموارد، وروابط الاتصال الشبكي، والتجهيزات المادية الأخرى.

جدول رقم (٤-١): مقارنة بين السحابة الخاصة والسحابة العامة

	السحابة الخاصة	السحابة العامة
الموقع الجغرافي	غالباً، في موقع المستفيد	خارج موقع المستفيد
أسلوب الاتصال	متصلة بشبكة خاصة	متصلة عبر شبكة الإنترنت
اتجاه التوسُّع	زيادة في التطبيقات	زيادة في المستخدمين
حدود التوسُّع	١٠٠-١٠٠٠ مورد تقني	١٠٠٠٠ مورد تقني
المشاركة	مستفيد (منظمة) وحيد	عدة مستفيدين
التسعير	تسعيرة السعة	تسعيرة الخدمة
المركز المالي	مركز تكلفة	مركز ربحي

سِمات السحابة الخاصة:

امتداداً للخصائص الأساسية الخمس للحوسبة السحابية، والتي تطرقنا إليها في الفصل الثاني من هذا الكتاب، وهي على التوالي: (١) أن تكون خدمة ذاتية وحسب الطلب، (٢) وذات وصول واسع للشبكة الحاسوبية، (٣) وأن تقوم بعرض تجمُّع واسع من الموارد الحاسوبية، (٤) وذات مرونة سريعة في تخصيص وتحرير تلك الموارد، (٥) وأن تكون خدمة قابلة للقياس؛ تتصف السحابة الخاصة بثلاث سِمات رئيسية تجعلها مختلفة عن غيرها، وتلك السِمات، هي أنها تتصف (١) بمستوى أعلى من الأمان، و(٢) بمستوى أعلى من التحكم المركزي في الموارد التقنية، و(٣) بمستوى أقل في اتفاقية مستوى الخدمة (SLA). وباستعراض مدى تواجد الخصائص الخمس الأساسية للحوسبة السحابية في السحابة الخاصة بالذات، نجد أن هناك قصوراً في تطبيق الخاصية الأساسية الثالثة (عرض تجمُّع واسع من الموارد الحاسوبية)، ويعود ذلك إلى أنه ليس بالضرورة تواجد تجمُّع واسع من الموارد الحاسوبية في السحابة الخاصة؛ لاقتصار استخدامها في الغالب على منظمة واحدة، والتي قد تكون حاجتها

من الموارد التقنية محدودة ومقتصرة على عدد قليل نسبياً من الموارد. كذلك الحال مع الخاصية الأساسية الخامسة (خدمة قابلة للقياس)، إذ إنَّه في حال تحكُّم المنظمة بشكل كامل في السحابة (مثل مركز بيانات خاص بالمنظمة)، فليس من الضروري أن توفر هذه المنظمة آليةً واضحة لقياس استخدام كل مورد من موارد السحابة الخاصة. من جهة أخرى، يرتفع مستوى تطبيق هاتين الخاصيتين عندما يكون هناك طرف خارجي مسؤول عن توفير موارد السحابة الخاصة للمنظمة المستفيدة. وفيما يلي سنتناول بالتفصيل السِمات الثلاث للسحابة الخاصة.

(١) مستوى أعلى من الأمان:

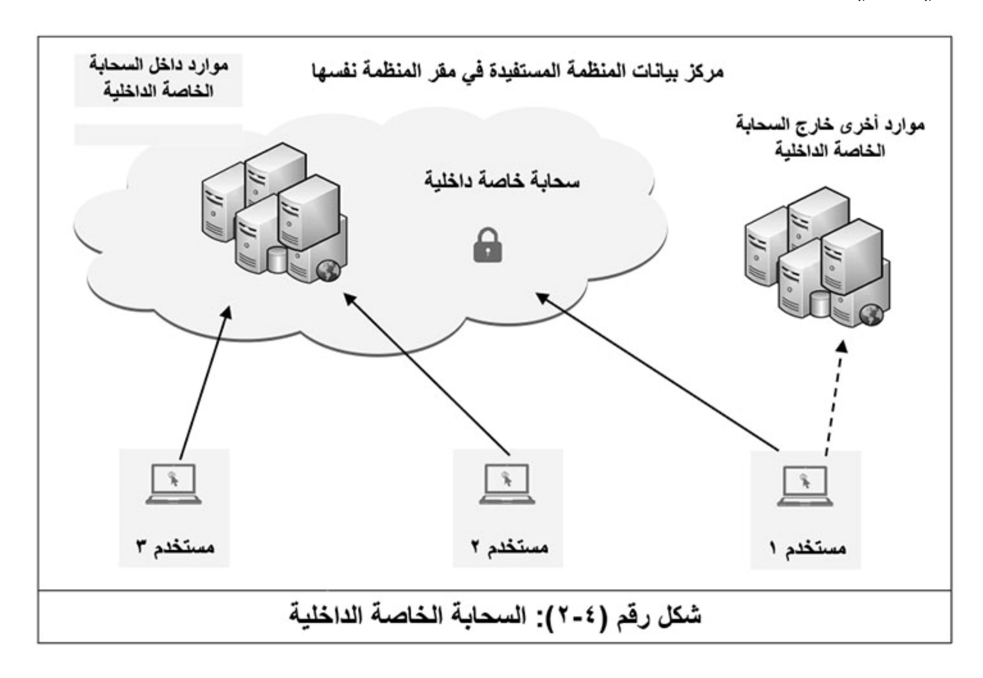
بشكل عام، السحابة الخاصة هي سحابة آمنة، ويعود ذلك إلى أنه غالباً ما يتم إطلاقها وتشغيلها وإدارتها من قِبل المنظمة المستفيدة ذاتها، وبالتالي فإنَّ فرص خروج أو تسريب البيانات خارج حدود السحابة الخاصة هي فرص ذات احتمالية ضعيفة. أما في حال كون السحابة الخاصة متاحة للمنظمة المستفيدة عبر مزود خدمة خارجي من خلال اتصال شبكي مؤمَّن ومخصَّص ومباشر بين الطرف الخارجي والمنظمة المستفيدة، فإنه بإمكان مقدِّم الخدمة رؤية محتويات السحابة الخاصة والاطلاع عليها، لكن يظلُّ ذلك محكوماً باتفاقية مستوى الخدمة (SLA) المبرمة بين المنظمة المستفيدة والطرف الخارجي مزود الخدمة. وبخلاف ذلك، لا يوجد مصدر آخر يهدِّد مستوى أمان السحابة الخاصة، حيث إنَّ جميع مستخدمي خدمات السحابة الخاصة هم من المنظمة المستفيدة نفسها.

(٢) مستوى أعلى من التحكُّم المركزي في الموارد التقنية:

يشير مستوى التحكم في المورد التقني إلى مدى قدرة المنظمة المستفيدة على تخصيص وتحرير واستخدام ونقل موقع المورد التقني، وكذلك الاطلاع على تفاصيل استخدام هذا المورد. وتتحكم المنظمة المستفيدة في موارد السحابة الخاصة تحكماً كاملاً وبدون حدود عندما تكون السحابة مملوكة ويتم إدارتها وتشغيلها من قِبل المنظمة ذاتها. أما في حال كون السحابة الخاصة متاحة للمنظمة المستفيدة عبر مزود خدمة خارجي، فينخفض هذا المستوى إلى درجة أقل، حسب ما يتم الاتفاق عليه واعتماده ضمن اتفاقية مستوى الخدمة (SLA).

(٣) مستوى أقل من اتفاقية مستوى الخدمة (*SLA*):

يعتمد وجود اتفاقية مستوى الخدمة (SLA) على وجود طرف خارجي مزود ومالك لخدمة السحابة الخاصة من عدمه. ففي حال كانت السحابة الخاصة عبارة عن مركز بيانات خاص مملوك للمنظمة المستفيدة، ففي الغالب تقل أهمية وجود هذه الاتفاقية؛ لأن مقدِّم الخدمة والمستفيد منها ينتميان ويعملان في المنظمة ذاتها، وفي حال وجود الاتفاقية، وذلك في حالات نادرة، فغالباً ما يكون مستوى تغطية بنودها وإلزامية أحكامها على مستوى أقل وأضعف مما لو كانت الاتفاقية بين المنظمة المستفيدة وطرف خارجي. أما في حال توفير السحابة الخاصة من قِبل طرف خارجي غير المنظمة المستفيدة، فبالتأكيد أن مستوى الاتفاقية يرتفع في مدى إلزامية وتفصيل بنودها. وبشكل عام، يؤدي غياب أو انخفاض مستوى اتفاقية مستوى الخدمة (SLA) إلى غياب أو ضعف ضمان تقديم خدمة سحابية جيدة، أو حتى إلى ضمان إتاحة واستمرارية الخدمة على مدار ٢٤ ساعة في اليوم و٣٦٥ يوماً في السنة؛ الأمر الذي يؤدي إلى انخفاض مستوى الاعتمادية على هذه الخدمة السحابية.



شكل رقم (٤-٢): السحابة الخاصة الداخلية

متى يكون تبنّي استخدام السحابة الخاصة ملائماً؟

يُقصد بملاءمة استخدام السحابة الخاصة الحالات التي يكون فيها توظيف هذه السحابة خياراً مناسباً للمنظمة المستفيدة، كما تشير إلى الظروف والبيئة الملائمة لتبنّي استخدام السحابة الخاصة. ومن ذلك، على سبيل المثال:

- المنظمات الضخمة والكبيرة.
- المنظمات التي تطلب سحابة مستقلة لاستخدامها الذاتي والرسمي.
- المنظمات التي لديها ملاءة مادية كافية، حيث إنَّ إدارة وصيانة السحابة عموماً يُعدُّ أمراً مكلفاً للغاية مقارنةً بنماذج السحابة الأخرى.
- المنظمات التي تضع أولوية قصوى جداً لأمن البيانات.
- المنظمات التي تسعى إلى استقلالية وتحكم كاملين على السحابة.
- المنظمات التي لديها قاعدة صغيرة وغير متزايدة من المستخدمين.
- المنظمات التي لديها بنية تحتية تقنية مجهزة لإطلاق السحابة، ولديها الاستعداد الكامل لصيانة السحابة بصفة دورية؛ لضمان كفاءة أداء الخدمات بصفة مستمرة.
- المنظمات التي تستطيع توفير رعاية خاصة لمواردها التقنية، بضمان توفير آليات لاستكشاف الأخطاء وإصلاحها.

وعلى الجانب الآخر، فإنَّ خيار السحابة الخاصة يُعتبر خياراً غير ملائم في الحالات التالية:

- المنظمات المتوسطة والصغيرة.
- المنظمات التي لديها قاعدة كبيرة ومتزايدة من المستخدمين.
- المنظمات التي لا تملك ملاءة مادية كافية.
- المنظمات التي ليس لديها بنية تحتية تقنية مجهزة لإطلاق السحابة.
- المنظمات التي لا تملك عدداً كافياً من الموارد البشرية المُدرَّبة للقيام بصيانة وإدارة السحابة.

أصناف السحابة الخاصة:

يُصنِّف المعهد الوطني للمعايير والتقنية، (NIST)، السحابة الخاصة إلى صنفين رئيسين، بناءً على موقعها الجغرافي وعلى كيفية إدارة مواردها التقنية. والصنفان هما:

أ) السحابة الخاصة الداخلية.

ب) السحابة الخاصة الخارجية.

أ) السحابة الخاصة الداخلية:

يتم في السحابة الخاصة الداخلية إدارة وتشغيل السحابة ومواردها التقنية بواسطة المنظمة المستفيدة، أما فيما يتعلق بموقع هذه الموارد فتكون مستضافةً داخل المنظمة (مركز البيانات الخاص بها). وبالتالي يتم إطلاق هذه السحابة الخاصة في مقر عمل المنظمة المستفيدة وربطها بشبكتها الخاصة بها، إما عن طريق شبكة محلية (LAN) إذا كان المستفيدون ضمن نطاق جغرافي ضيق، أو عن طريق شبكة واسعة (كالإنترنت) عندما يكون المستفيدون ضمن نطاق جغرافي واسع. يعرض الشكل رقم (٤-٢) وصفاً توضيحياً لسحابة خاصة داخلية، حيث يتضح احتضان جميع الموارد التقنية للمنظمة داخل مركز بياناتها الخاص، والمحصور الوصول له على مستفيديها فقط. قد تتواجد بعض تلك الموارد خارج نطاق السحابة الخاصة إذا لم تنطبق عليها الخصائص الخمس الأساسية للحوسبة السحابية أو السِمات الثلاث الأساسية للسحابة الخاصة، والتي تطرقنا لها سابقاً. فعلى سبيل المثال، قد يتم تخصيص مورد تقني، كجهاز حاسب مكتبي أو طابعة، للعمل خارج نطاق الشبكة وبشكل مستقل لأداء غرض محدد.

عند الحديث عن السحابة الخاصة الداخلية، فإنه لا بد من التطرق إلى ثماني نقاط مرتبطة ومُميزة لها عن غيرها من نماذج السحابة، وهذه النقاط هي على التوالي: الموقع الجغرافي، والأمان والخصوصية، والأداء، والشبكة، وإدارة السحابة، وصيانة السحابة والحفاظ عليها، وإمكانية المشاركة وتعدُّد الاستخدام، واتفاقية مستوى الخدمة. وسيتم التفصيل في توضيح كل نقطة من هذه النقاط على حِدة.

1. الموقع الجغرافي في السحابة الخاصة الداخلية:

تكمن أهمية الموقع الجغرافي في تحديد كيفية الوصول للموارد المهمة كالبيانات والبرمجيات. وتتميز السحابة الخاصة الداخلية بأنها لا ترتبط بأي مشكلات تتعلق بموقع البيانات التي يتم تخزينها في المنظمة؛ نظراً لأنه يتم تخزين البيانات في نفس الموقع الجغرافي الذي يتواجد فيه مستخدمو السحابة من المنظمة المستفيدة. أما إذا كانت المنظمة المستفيدة لها عدة مواقع جغرافية، فإن شبكة السحابة تتوزع تِباعاً على نفس مواقع المنظمة المتعددة. وفي هذه الحالة تحديداً يصبح هناك ضرورة أن يتم الوصول إلى موارد السحابة الخاصة بواسطة الإنترنت (سواءً بإنشاء اتصال VPN أو بدونه).

2. الأمان والخصوصية في السحابة الخاصة الداخلية:

بالرغم من أن مسألة الأمان والخصوصية تُعتبر هاجساً لجميع نماذج نشر وإطلاق الخدمات السحابية إلا أن تأثيرها على السحابة الخاصة الداخلية يُعدُّ محدودًا جداً، ويعود ذلك إلى أن المنظمة المستفيدة تقوم بذاتها على إدارة بيانات مستخدميها والتحكم فيها، وكذلك فإنَّ معظم البيانات ذات الأهمية هي بيانات مرتبطة بالمنظمة المستفيدة؛ لذا فإنَّ هناك احتمالًا ضعيفًا أن يتم تسريب هذه البيانات إلى أفراد خارج نطاق المنظمة؛ وذلك لعدم وجود مستخدمين لهذه البيانات يقعون خارج نطاق المنظمة المستفيدة. بالتالي تُعتبر السحابة الخاصة الداخلية أكثر مقاومةً لأي هجوم إلكتروني مقارنةً بنماذج السحابة الأخرى، ويرجع ذلك إلى نوعية المستخدمين والشبكة المحلية المستخدمة. بالرغم من ذلك، فإنَّ خرق الأمن أمرٌ محتمل إذا أساء أحد المستخدمين داخل المنظمة استغلال حقه في استخدام السحابة الخاصة الداخلية.

3. أداء السحابة الخاصة الداخلية:

يتوقف أداء السحابة الخاصة الداخلية بشكل أساسي على مكوناتها التقنية والشبكة الحاسوبية التي تربط هذه المكونات. وحيث إنَّه يتم إدارة الشبكة داخل المنظمة المستفيدة؛ فهذا يعني أن إداريي الشبكات داخل هذه المنظمة هم مَن يتحكمون في تشغيل ومراقبة وصيانة الشبكة الحاسوبية، الأمر الذي يعني أداءً جيداً لها؛ نظراً لقلة الموارد التقنية المرتبطة بها مقارنة بموارد السحابة العامة.

4. الشبكة في السحابة الخاصة الداخلية:

يعتمد عمل أي صنف من أصناف الحوسبة السحابية على الوصول الشبكي- سواءً كان عبر شبكة محلية أو عبر شبكة واسعة كالإنترنت- الذي يوفِّر الارتباط بين مكونات

السحابة. وحيث إنَّ أداء أي شبكة يعتمد على عاملين مهمين، هما (١) وقت الاستجابة (الذي يعتمد زيادته أو نقصانه على التغطية الجغرافية للشبكة)، و(٢) الإنتاجية (وهي مقدار البيانات التي تمرُّ عبر الشبكة في الثانية الواحدة، ويعتمد على النطاق الشبكي العريض المتاح)، فإنَّ أداء الشبكة في السحابة الخاصة الداخلية عادةً ما يكون ذا جودة عالية؛ نظراً لارتفاع مستوى الإنتاجية وانخفاض وقت الاستجابة. وتُعزَى جودة الأداء هذه إلى محدودية حجم الشبكة المنحصر في منظمة واحدة فقط؛ مما يعني أنَّ إدارة الشبكة وصيانتها تصبح أسهل، ورضا المستفيد يصبح أعلى.

٥. إدارة السحابة الخاصة الداخلية:

تُعنَى إدارة السحابة بضمان تقديم الخدمة السحابية على مدار ٢٤ ساعة يومياً و٣٦٥ يوماً سنوياً، بحيث تكون هذه الخدمات سلسة الاستخدام وذات مستوى عالٍ من الاعتمادية والقابلية للتوسُّع والانكماش بشكل مرن وسريع بناءً على الطلب. يتطلب هذا الأمر القيام بالعديد من المهام؛ كمراقبة الموارد التقنية (كجدولتها وتزويدها للمستفيد إما توسعاً أو انكماشاً)، وتحسين الموارد (كتعزيز دور الخوادم، أو تدعيم التعامل مع أعباء التخزين)، وحوكمة أعمال السحابة بشكل عام. وحيث إنَّ أعباء إدارة السحابة بشكل عام تزداد بزيادة حجم الشبكة الحاسوبية أو زيادة أعداد المستخدمين أو زيادة عدد الموارد التقنية، وتنخفض بانخفاضهم، فمن المؤكد أن تصبح إدارة السحابة الخاصة الداخلية أكثر سلاسةً وأقل أعباءً؛ نظراً لصغر حجم الشبكة، وقِلّة أعداد المستخدمين، وقِلّة مواردها التقنية، عند المقارنة بأنواع السحابة الأخرى.

٦. صيانة السحابة الخاصة الداخلية والحفاظ عليها:

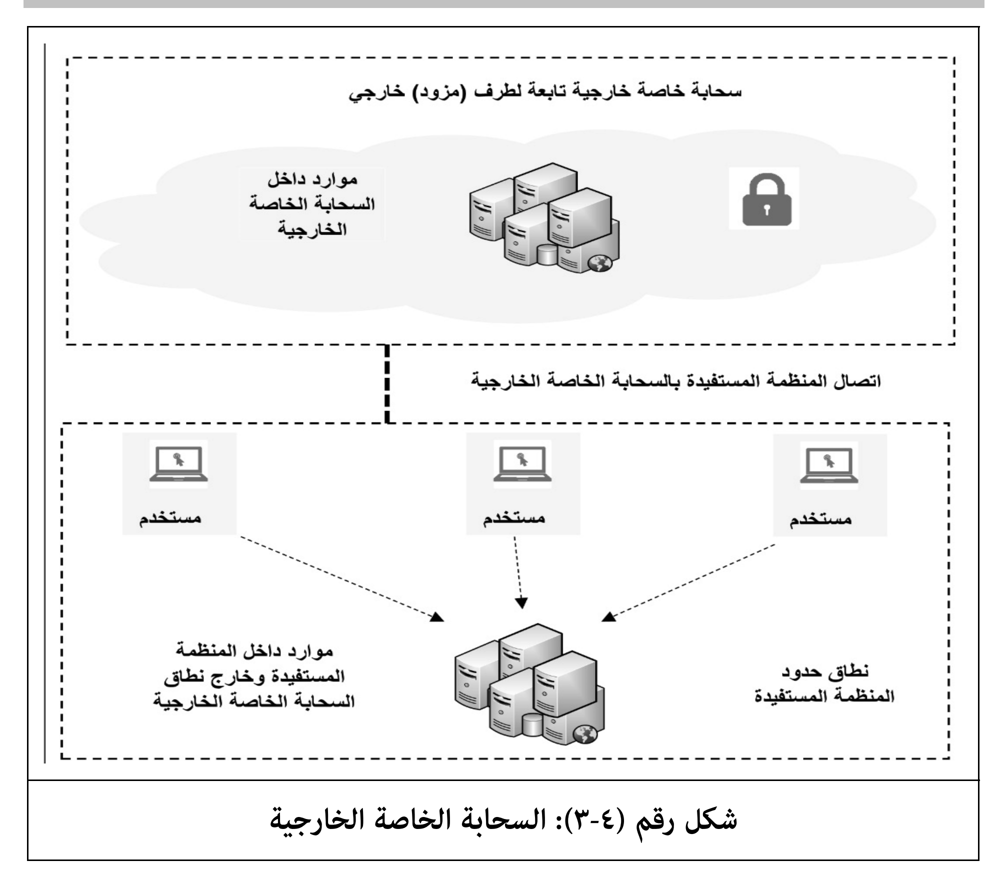
تهدف عمليات صيانة السحابة إلى ضمان استمرارية عملها والحفاظ على مواردها على الوجه الذي يُحقِّق حاجات المستفيد. وللوصول إلى هذا الهدف، من الضروري أن يتم تحديد ومراقبة وإدارة المخاطر التي يمكن أن تهدد استمرارية تشغيل خدمات السحابة. وفي الغالب تتولى المنظمة المستفيدة من السحابة الخاصة الداخلية القيام بمهمة الصيانة تلك، حيث يُناط بها القيام باستبدال الموارد التقنية المعيبة (كوحدات المعالجة، ووسائط التخزين، والبرمجيات) بموارد أخرى صالحة للاستخدام. ونظراً إلى أنَّ عدد الموارد التقنية بمختلف أنواعها تُعتبر قليلة نسبياً في نموذج السحابة الخاصة مقارنةً بغيرها من النماذج الأخرى، فمن المؤكد أن تكون مهمة القيام بالصيانة أسهل، وأقل كلفةً وأعباءً.

٧. إمكانية المشاركة وتعدُّد الاستخدام في السحابة الخاصة الداخلية:

إنَّ أهم ما يميز الحوسبة السحابية هو إتاحتها لخاصية إمكانية المشاركة وتعدُّد الاستخدام، بحيث يمكن لعدة مستفيدين (منظمات وأفراد) مستقلين عن بعضهم البعض مشاركة استخدام الموارد التقنية نفسها (تجهيزات مادية وبرمجيات)، ومن ثَمَّ المساهمة في تخفيض التكاليف المادية المترتبة على هذا الاستخدام، وكذلك تحسين مستوى الاستخدام والكفاءة للموارد التقنية خصوصاً في تلك الحالات التي لا يكاد يتخطى مستوى الاستخدام ١٠% إلى ٢٠% من قدرات المورد التقني. إلا أنَّ تفعيل هذه الخاصية قد يجلب معه تحدياً يتمثل في إمكانية وصول جهات أو أفراد إلى أصل مهم من أصول المنظمة المستفيدة، وهي البيانات؛ مما يُعدُّ تهديداً لخصوصية البيانات. ولكن هذا الأمر ليس له تأثير كبير في حالة السحابة الخاصة الداخلية تحديداً؛ لأن خاصية إمكانية المشاركة وتعدد الاستخدام لا تخرج من نطاق المنظمة المستفيدة، وتنطبق فقط على مستخدمي هذه المنظمة.

٨. اتفاقية مستوى الخدمة (SLA) في السحابة الخاصة الداخلية:

تلعب اتفاقية مستوى الخدمة (SLA) دوراً مهماً في أي نموذج من نماذج إطلاق ونشر السحابة، حيث تمثل اتفاقاً رسمياً بين مزود الخدمة السحابية من جهة والمستفيد من الخدمة من جهة أخرى، وتُحدِّد بدقة مستوى الخدمة التي يعِدُ مزود الخدمة بتقديمها للمستفيد. ويتم الاحتكام إلى بنود هذه الاتفاقية في حال الإخلال بالإيفاء بتنفيذها. فإذا لم يتم الالتزام بهذه البنود يتم توقيع غرامة على الطرف المخالف، سواءً كان مزود الخدمة أو المستفيد منها. ويختلف شكل وأسلوب هذه الغرامة وفقاً لما ورد في بنود الاتفاقية. ومن المؤكد أن عناصر هذه الاتفاقية تختلف في تأثيرها باختلاف نموذج إطلاق ونشر السحابة؛ ففي حالة السحابة الخاصة الداخلية، يتم عقد هذه الاتفاقية بين المنظمة المستفيدة ومستخدميها، وهم في هذه الحالة موظفو هذه المنظمة. ويتمتع هؤلاء المستخدمون في الغالب بحقوق استخدام أوسع مقارنة بمستخدمي السحابة العامة. وبالمثل يصبح لمزودي الخدمة قدرة أكثر فعالية على تقديم الخدمات السحابية المستهدفة؛ نظراً لصغر حجم قاعدة المستخدمين، وكفاءة شبكة السحابة نفسها.



شكل رقم (٤-٣): السحابة الخاصة الخارجية

ب) السحابة الخاصة الخارجية:

يتم في السحابة الخاصة الخارجية إدارة وتشغيل السحابة بالكامل ومواردها التقنية بواسطة طرف أو مزود خارجي. أما فيما يتعلق بموقع السحابة ومواردها، فتكون مستضافةً داخل مقر الطرف الخارجي، وبالتالي ترتبط المنظمة المستفيدة بهذه السحابة؛ إما عن طريق خط اتصال مباشر أو عن طريق الإنترنت، حسب قُرب المسافة أو بُعدها بين المنظمة المستفيدة والطرف الخارجي المزود لخدمة السحابة. يعرض الشكل رقم (٤-٣) وصفاً توضيحياً لسحابة خاصة خارجية، حيث يتضح احتضان موارد السحابة الخاصة داخل مقر مركز بيانات تابع لطرف خارجي. كما يوضح الشكل أيضاً إمكانية وجود موارد تقنية أخرى داخل حدود المنظمة المستفيدة وخارج نطاق السحابة الخاصة الخارجية.

عند مقارنة السحابة الخاصة الخارجية بالسحابة الخاصة الداخلية، نجد وجود تشابه بينهما فيما عدا بعض النقاط الناجمة عن الاستعانة بطرف خارجي كمزود لخدمة السحابة، والتي لها مجموعة من الإيجابيات والسلبيات. وفيما يلي نستعرض سبعَ نقاط تُبرز تغيراً خاصاً تبعاً للاستعانة بمزود سحابة خارجي، وهذه النقاط هي على التوالي: الموقع الجغرافي، والأمان والخصوصية، والأداء، والشبكة، وصيانة السحابة والحفاظ عليها، واتفاقية مستوى الخدمة، والتشريعات والقوانين. وفيما عدا ذلك تبقى النقاط الأخرى(إدارة السحابة، وإمكانية المشاركة وتعدُّد الاستخدام)المستعرَضة في السحابة الخاصة الداخلية ذاتها دون تغيير، وفيما يلي تفصيلٌ لكل نقطة من هذه النقاط السبع على حدة.

١. الموقع الجغرافي في السحابة الخاصة الخارجية:

تكمن أهمية الموقع الجغرافي في تحديد كيفية وانسيابية وتكلفة الوصول للموارد المهمة، كالبيانات والبرمجيات. وحيث إنَّ موقع السحابة الخاصة الخارجية دائماً يكون خارج الموقع الجغرافي للمنظمة المستفيدة، فقد ينتج عن ذلك مشكلات تتعلق بموقع بيانات المنظمة المستفيدة المخزنة لدى الطرف الخارجي المزود. فعند الحاجة لتغيير موقع هذه البيانات لأي سبب من الأسباب، أو عند الحاجة لعمل نسخ احتياطية للبيانات في موقع جغرافي مختلف (كدولة أو قارة أخرى)، ينبغي الأخذ بعين الاعتبار آلية نقل هذه البيانات عبر مسافات طويلة، وكذلك التشريعات والقوانين السائدة في الموقع الجغرافي المستهدف، وفي الوقت نفسه ينبغي الانتباه لتكلفة نقل البيانات مع السعي إلى الحفاظ عليها وحمايتها من التسريب أثناء عملية النقل.

٢. الأمان والخصوصية في السحابة الخاصة الخارجية:

تُعتبر مسألة الأمان والخصوصية هاجساً لجميع نماذج نشر وإطلاق الخدمات السحابية، إلا أن تأثيرها على السحابة الخاصة الخارجية يُعتبر نسبيًّا محدودَ المخاطر، لكنه ليس خالياً منها؛ لذا فإنه يُنصَح بأخذ الاحتياطات الكافية عند الاستعانة بطرف خارجي لاستضافة السحابة الخاصة، كإدراج البنود اللازمة والكافية في اتفاقية مستوى الخدمة (SLA). عند مقارنة مستوى الأمان والخصوصية في كلٍّ من السحابة الخاصة الخارجية والسحابة الخاصة الداخلية، نجد أنه أقل في السحابة الخاصة الخارجية؛ نظراً لأن التحكم في السحابة الخاصة بشكل عام، وفي البيانات على وجه التحديد، يعتمد كلياً على الطرف الخارجي المستضيف للسحابة. وعلى الرغم من ذلك، ينحصر نطاق المخاطر المتعلقة بمستوى الأمان والخصوصية في اثنين من المستخدمين المُصرَّح لهما بالوصول

للموارد التقنية، وهما: الطرف الخارجي المزود للخدمة، ومستخدمو السحابة الخاصة الخارجية من موظفي الجهة المستفيدة.

٣. أداء السحابة الخاصة الخارجية:

يعتمد أداء خدمات السحابة الخاصة الخارجية بشكل أساسي على ثلاثة عوامل رئيسية، هي: (١) الشبكة الداخلية للمنظمة المستفيدة، والتي يتم إدارتها وتشغيلها من قِبل المنظمة المستفيدة، وبالتالي تصبح خارج نطاق مسؤولية مزود السحابة الخارجي، و(٢) وسيلة الاتصال بين الشبكة الداخلية للمنظمة المستفيدة والسحابة الخاصة الخارجية، وقد تكون هذه الوسيلة عبارة عن خط اتصال مباشر أو عن طريق الإنترنت، حسب ما تراه المنظمة المستفيدة ملائماً لها، وأخيراً (٣) الطرف الخارجي المزود للسحابة الخاصة، والذي يُناط به مهام تشغيل ومراقبة وصيانة السحابة ومكوناتها. ومع ارتفاع جودة هذه المكونات في تمرير المحتوى (البيانات) من خلالها، ترتفع جودة الأداء، وبالتالي ارتفاع مستوى رضا المستفيد.

٤. الشبكة في السحابة الخاصة الخارجية:

يشير مصطلح الشبكة في السحابة الخاصة الخارجية إلى ثلاثة مكونات رئيسية يمرُّ بها طلب المستخدم منذ انطلاقة الطلب من المنظمة المستفيدة إلى حين وصول إجابة مزود الخدمة من السحابة الخاصة الخارجية، وهذه المكونات هي: الشبكة الداخلية للمنظمة المستفيدة، وهي شبكة تملكها وتشغلها وتديرها المنظمة المستفيدة، وخط الاتصال بين المنظمة المستفيدة والطرف الخارجي، والسحابة الخاصة الخارجية التي يتم إطلاقها في موقع الطرف الخارجي وهو المسؤول عن إدارتها وتشغيلها وصيانتها. وكما هو الحال في السحابة الخاصة الداخلية، فإنَّ أداء الشبكة في حالة السحابة الخاصة الخارجية يعتبر ذا جودة عالية نسبياً؛ نظراً لمحدودية نقاط الاتصال المشارِكة، وبالتالي يُتوقَّع ارتفاع مستوى الإنتاجية، وانخفاض وقت الاستجابة لطلبات المستفيد.

٥. صيانة السحابة الخاصة الخارجية والحفاظ عليها:

في حالة السحابة الخاصة الخارجية، يتولى مزود الخدمة السحابية (الطرف الخارجي) مهمة القيام بصيانة السحابة، كالقيام باستبدال الموارد التقنية المعيبة (كوحدات المعالجة ووسائط التخزين والبرمجيات) بموارد أخرى صالحة للاستخدام. وبمقارنة عملية صيانة السحابة الخاصة الخارجية بصيانة السحابة العامة، فمن المؤكد أنها أقلُّ تعقيداً

وأقل تكلفةً؛ نظراً إلى أنَّ عدد الموارد التقنية بمختلف أنواعها تُعتبر قليلة نسبياً في نموذج السحابة الخاصة.

٦. اتفاقية مستوى الخدمة (SLA) في السحابة الخاصة الخارجية:

كما تمَّ ذكره سابقاً، فإنَّ اتفاقية مستوى الخدمة (SLA) تلعب دوراً مهماً في نجاح أي نموذج من نماذج إطلاق ونشر السحابة، خصوصاً تلك النماذج التي ينطوي عليها علاقة بين مستفيد وطرف خارجي. والسحابة الخاصة الخارجية ليست استثناءً من ذلك، إذ إنَّ اتفاقية مستوى الخدمة (SLA) تنظِّم وتؤطِّر الحقوق والواجبات بين المنظمة المستفيدة والطرف الخارجي المزود للسحابة الخاصة الخارجية. ويتم إدراج وصياغة بنود الاتفاقية حسب ما يتفق عليه كلٌّ من طرفي الاتفاقية.

٧. التشريعات والقوانين في السحابة الخاصة الخارجية:

يترتب على الاستعانة بطرف خارجي مزود للسحابة الخاصة تبعات من الضروري أن تعيرها المنظمة المستفيدة الكثيرَ من الاهتمام. حيث إنَّ موقع السحابة الخاصة الخارجية دائماً يكون خارج الموقع الجغرافي للمنظمة المستفيدة، فقد ينتج عن ذلك مشكلات تتعلق بموقع بيانات المنظمة المستفيدة المخزنة لدى الطرف الخارجي المزود. فعند الحاجة لتغيير موقع هذه البيانات لأي سبب من الأسباب، أو عند الحاجة لعمل نسخ احتياطية للبيانات في موقع جغرافي مختلف (كدولة أو قارة أخرى)، ينبغي الأخذ بعين الاعتبار تشريعات وقوانين الدولة المستضيفة للسحابة الخاصة الخارجية. لذلك دائماً يُنصح أن يكون الخيار الأول للمنظمة المستفيدة، في حال رغبت في إطلاق سحابة خارجية من خلال طرف خارجي، أن يقع الموقع الجغرافي لذلك الطرف الخارجي في الموقع الجغرافي ذاته للمنظمة نفسها؛ تجنباً للوقوع في مشاكل قانونية تتعلق باحتمالية الإخلال بسرية وحماية بياناتها.

جدول رقم (٤-٢): إيجابيات وسلبيات السحابة الخاصة

الإيجابيات	السلبيات
مستوى اعتمادية عالٍ فيما يخصُّ استمرارية الاتصال الشبكي بالسحابة، خصوصاً عندما تكون السحابة مستضافة	صعوبة تطبيق الممارسات الناجحة للسحابة الخاصة بشكل آمن، وربطها بتطبيقات الأعمال الخاصة بالمنظمة

الإيجابيات	السلبيات
في شبكة محلية لدى المستفيد، على النقيض من السحابة العامة التي تُعدُّ أكثر عُرضَةً لفقدان الاتصال الشبكي بالسحابة.	المستفيدة؛ لذا تلجأ بعض الجهات إلى توظيف خبير متخصص لتجهيز السحابة الخاصة للعمل.
سهولة صيانة السحابة الخاصة لصغر حجمها قياساً بأحجام أنواع السحابة الأخرى	ارتفاع التكلفة المادية لتخصيص السحابة الخاصة لمستفيد واحد، خصوصاً بالنسبة للأفراد والمنظمات الصغيرة والمتوسطة.
مستوى عالٍ من الأمان والخصوصية ضد تسريب بيانات المستفيد.	نتيجةً لصرامة الإجراءات الأمنية المفروضة على بيانات السحابة الخاصة، فإنَّ الوصول إليها من قِبل المستفيد من مواقع بعيدة يُشكِّل صعوبة بالغة.
تحكُّم كامل في إدارة موارد السحابة الخاصة من قِبل المستفيد، وبالتالي تحقيق حاجات المستفيد من الأعمال بشكل دقيق.	ضعف بنود وإلزامية اتفاقية مستوى الخدمة (**SLA**).

تمَّ التطرق أعلاه إلى السحابة الخاصة بصنفيها الداخلية والخارجية، حيث تبرز بعض الفروق البسيطة فيما بينهما، خصوصاً فيما يتعلق بموقع استضافة السحابة. وقد يكون من المناسب لأي منظمة أو فرد ينظر إلى الدخول في عالم الحوسبة السحابية تجربة استخدام السحابة الخاصة والتعامل معها فعلياً كمدخل للاستفادة من الخدمات السحابية. حيث أصبحت عملية إطلاق السحابة الخاصة مهمة سهلة، ويتطلب تخصيص خادم سحابي للمستفيد-على سبيل المثال-حداً أدنى من مواصفات التجهيزات المادية، تختلف باختلاف منصة الإطلاق ومتطلبات مزود الخدمة. على سبيل المثال، يشير الموقع الإلكتروني لشركة أوراكل إلى أنَّ مواصفات الخادم يجب ألا تقل عن (١٠) جيجابايت من الذاكرة الرئيسية (RAM)، و(٢٤) جيجابايت من القرص الصلب، واثنين من وحدات المعالجة المركزية 2) (CPU Cores. ويمكن للمستفيد بعد حصوله على التحكم الكافي بهذا الخادم السحابي إنشاء

عدة خوادم افتراضية حسب الحاجة، تكون مبنية على الخادم السحابي، ومن ثَمَّ إجراء العديد من الاختبارات لفحص فعالية وكفاءة عمل تلك الخوادم الافتراضية.

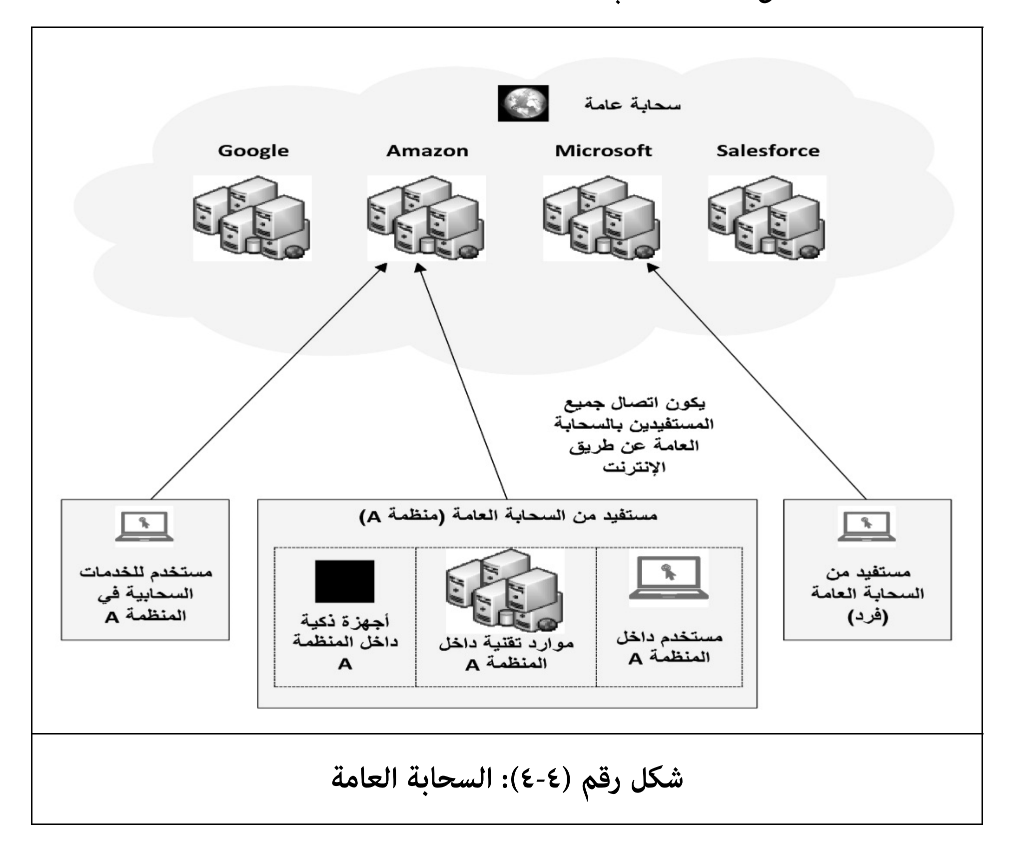
يوضح الجدول رقم (٤-٢) تفصيلاً لإيجابيات وسلبيات السحابة الخاصة.

٢/٢/٤ السحابة العامة:

في هذا النموذج من تقديم خدمات الحوسبة السحابية، يتم فتح استخدام موارد السحابة المطلوبة على مستفيدين متعددين، بحيث يتم مشاركة هذه الموارد بنسب وكميات تتناسب وطلب المستفيد، والقدرات التقنية لكل مورد. ويمكن أن تعود ملكية هذه الموارد ومسؤولية إدارتها وتشغيلها إلى منظمات خاصة أو حكومية أو أكاديمية أو خليط منها. أما فيما يتعلق بموقع البنية التحتية للسحابة فإنه يكون لدى مزود الخدمة. يمكن ملاحظة أن بيئة السحابة العامة هي بيئة متعددة المستفيدين (أو المستأجرين للموارد)، حيث يقوم المستفيد بالدفع مقابل استخدام الموارد المطلوبة في بيئة تسمح بالمشاركة في شبكة من الموارد يعمل عليها عدة مستفيدين. وعادةً ما يكون المستفيد غير مُدرِك للموقع الجغرافي للمورد المستخدَم؛ لوجود طبقة افتراضية تعلو طبقة الموارد الحاسوبية المتاحة، وتعمل على إظهار هذه الموارد وكأنها موجهة فقط للعميل المستفيد، بينما هي في الواقع مشترَكة بين عدة عملاء؛ الأمر الذي يساعد على استغلال قدرات وإمكانات هذه الموارد وتوزيعها حسب الطلب على عدة عملاء.

يعرض الشكل رقم (٤-٤) نموذجاً لاستخدام مجموعة من السحابات العامة لمجموعة من مزودي الخدمات الرئيسيين في سوق السحابة العامة؛ كقوقل (Google)، وأمازون (Amazon)، ومايكروسوفت (Microsoft)، وسيلزفورس (Salesforce). في هذا النموذج، يمكن لعدة مستخدمين من عدة مواقع متفرقة في أنحاء العالم شراء استخدام الموارد المتاحة في السحابة العامة في أي وقت، ومن أي مكان، وباستخدام أجهزة إلكترونية متنوعة للوصول للخدمات السحابية. وتتضح ميزة مهمة هنا أنه لا يلزم المستخدم تجهيز بنية تحتية تقنية مكلفة ليتمكن من استخدام السحابة العامة، فكل ما يحتاجه جهاز إلكتروني مُهيَّأ للاتصال بالإنترنت للوصول للخدمة السحابية المستهدفة. كما يوضِّح الشكل إمكانية أن يكون المستفيد من السحابة العامة فرداً أو منظمة. ففي حال المستفيد الفرد يلزمه توفير اتصال إنترنت مناسب للوصول للسحابة العامة المستهدفة. أما في حال كون المستفيد منظمة، فإن مستخدم خدماتها الإلكترونية المستضافة على السحابة العامة يمكن أن يكون مستخدماً

متصلاً من داخل المنظمة (كالموظفين) أو مستخدماً متصلاً من خارج المنظمة (كالعملاء). يستطيع المستخدم المتصل من داخل المنظمة الوصول لخدمات المنظمة المستضافة على السحابة العامة عن طريق اتصال الشبكة الداخلية للمنظمة بالإنترنت وصولاً للخدمات السحابية المستهدفة، في حين يستطيع المستخدم المتصل من خارج المنظمة الوصول لخدمات المنظمة المستضافة على السحابة العامة عن طريق الاتصال المباشر بالإنترنت وصولاً للخدمات السحابية المستهدفة. كما يتضح من الشكل رقم (٤-٤) أنه بإمكان المستفيد الوصول الميسر إلى موارد السحابة من خلال أي جهاز إلكتروني متاح له، سواءً كان حاسوباً مكتبيا أو متنقلاً أو هاتفاً نقالاً أو لوحاً إلكترونياً؛ الأمر الذي يوسِّع شريحة المستفيدين من الخدمات المقدمة من خلال السحابة.



شكل رقم (٤-٤): السحابة العامة

سِمات السحابة العامة:

بالنظر إلى الخصائص الأساسية الخمس للحوسبة السحابية عموماً، والتي تطرقنا إليها في الفصل الثاني من هذا الكتاب، يُلاحَظ أن هناك إمكانيةً عاليةً لتواجد هذه الخصائص في السحابة العامة تحديداً وبنسب تطبيق عالية، حسب التطبيق الفعلي لمزود الخدمة. ولا غرو في ذلك، حيث إنَّ بيئة السحابة العامة تمثِّل البيئة الأشمل والأكبر لبيئة الحوسبة السحابية، كما تمثِّل النموذج الكامل للسحابة، والذي يُشتَق منه نماذج النشر والإطلاق الأخرى. وفيما يلي نستعرض خمسَ سمات تنفرد بها السحابة العامة عن غيرها من نماذج النشر والإطلاق للحوسبة السحابية.

(١) مستوى أقل من الأمان والخصوصية:

بمقارنة نموذج السحابة العامة بنماذج النشر والإطلاق الأخرى (السحابة الخاصة، والسحابة المجتمعية، والسحابة الهجينة) من ناحية الأمان والخصوصية، نجد أنها تتصف بمستوى أقلَّ من الأمان والخصوصية، ويعود السبب في ذلك إلى أن ملكية السحابة العامة تعود إلى طرف خارجي (وهو مزود الخدمة) غير المنظمة المستفيدة (أو الفرد المستفيد)، كما أنّ إدارتها وتشغيلها والتحكم فيها عموماً يعود إلى مزود الخدمة. وعلى الرغم من أنَّ اتفاقية مستوى الخدمة (SLA) المبرمة بين المنظمة المستفيدة والطرف الخارجي مزود الخدمة يمكن أن تضمن خصوصية المستفيد وتخفِّف من نسب المخاطرة بشكل عام، إلا أنه لا يزال هناك قدرٌ كبيرٌ من إمكانية تسريب الخصوصيات التقنية للمنظمة المستفيدة، وعلى الأخص بياناتها.

(٢) صرامة اتفاقية مستوى الخدمة (SLA):

تحدِّد هذه الاتفاقية مستوى الخدمة التي يُقدِّمها مزود الخدمة للمستفيد بناءً على عقد يتم اعتماده من قِبَل الطرفين. حيث يتم تحديد الحدود الدنيا لمجموعة من مقاييس الأداء التي يشترطها المستفيد على مزود الخدمة؛ كمستوى الإتاحة، والإنتاجية، والوقت اللازم لاستعادة الخدمة بعد وقوع كارثة ما، ومستوى الخصوصية وأمن البيانات. في حالة السحابة العامة تحديداً، عادةً ما تتميز هذه الاتفاقية بالصرامة في بنودها حفاظاً على حقوق وواجبات كل طرف، حيث يسعى المستفيد العميل إلى ضمان الحصول على خدمة تلبي متطلباته، وفي الوقت نفسه يسعى مزود الخدمة إلى بناء سمعة جيدة في عالم الأعمال تضمن جذب عملاء آخرين، وبالتالي زيادة أرباحه.

(٣) مستوى عالٍ من الإتاحة:

توفِّر السحابة العامة مستوى عاليًا من الإتاحة والاستمرارية في تقديم الخدمات السحابية من جانبين اثنين؛ يتمثل الجانب الأول في إتاحة الوصول الميسر إلى موارد السحابة من خلال أي جهاز إلكتروني مهيًّأ، سواءً كان حاسوباً مكتبيًّا أو متنقلاً أو هاتفاً نقالاً أو لوحاً إلكترونياً، ومن أي موقع جغرافي تتوفر فيه خدمة الإنترنت، في حين يتمثل الجانب الثاني في ضمان استمرارية تشغيل الخدمة السحابية بنسب عالية جداً، ويعود ذلك لوجود نسخ احتياطية من الأجهزة والبرامج التي تقدِّم الخدمة أو المهمة المطلوبة نفسها. لذا فإنه في حالة فشل جهاز أو برنامج معين في أداء مهمة معينة، فإن العمل لا يتوقف؛ بسبب وجود البديل اللازم للقيام بالمهمة نفسها، وهو المبدأ الذي يُسمَّى بالقدرة على تحمُّل الأعطال (failure tolerance).

(٤) إمكانية التوسُّع والانكماش الآني:

تسهم السحابة العامة في نجاح تخطيط المستفيد للطاقة الاستيعابية للموارد التقنية التي يحتاجها عن طريق إتاحة مزود الخدمات السحابية لإمكانية التوسُّع والانكماش الآني في طلب الموارد التقنية بشكل ذاتي، بناءً على حاجة المستفيد في أي وقت، ومن أي مكان. ويُنظَر مجازياً إلى أن حدود التوسُّع في السحابة العامة لانهائي؛ لإمكانية احتوائها على عدد كبير من الموارد يصل إلى ١٠٠٠٠ مورد تقني، كما هو موضح في الجدول رقم (٤-١)، ولوجود إمكانية التوسُّع بالنسبة لمزود الخدمة عن طريق الاستفادة من قدرات مزودين آخرين إذا دعت الحاجة لذلك. لذا تتسم السحابة العامة بخاصية التوسُّع والانكماش الذاتي بالنسبة لمزود الخدمة وبالنسبة للمستفيد على حدٍ سواء.

(٥) انخفاض تكلفة الاستخدام:

تتميز السحابة العامة بتكلفة استخدام معقولة وآلية مرنة للاستخدام والوصول للموارد التقنية، بحيث يتم احتساب تكلفة استخدام هذه الموارد التقنية بناءً على مستوى استخدام المستفيد من الخدمة وبما يتماشى مع احتياجاته، وهو ما يُعرف بمبدأ الدفع حسب الاستخدام (pay-as-per-use). وكلما زادت حاجة المستفيد من الموارد التقنية، قام مزود الخدمة بسد هذه الحاجة عن طريق توفير المورد المطلوب، سواءً كان زيادة في سعة التخزين أو زيادة في سرعة الاتصال أو توفير برمجية قد يحتاجها المستفيد. وكل ذلك يتم بشكل مرن وسريع من قِبل المستفيد، ودون أي تدخل من المزود الذي قد يعيق أو يؤخر تلبية طلب

المستفيد. كما أن السحابة العامة لا تتطلب أيَّ تكاليف أخرى ذات علاقة بنشر وإطلاق السحابة.

متى يكون تبنّي استخدام السحابة العامة ملائماً؟

يوجد العديد من الحالات التي تهيِّئ بيئةً مناسبةً لتبني واستخدام السحابة العامة، ومن ذلك على سبيل المثال:

- المنظمات التي لا يتوفر لديها بنية تحتية تقنية مجهزة.
- المنظمات التي لا تملك ملاءة مادية كافية لإنشاء مركز بيانات خاص.
- المنظمات التي لديها قاعدة كبيرة ومتزايدة من المستخدمين.
- المنظمات التي لديها قائمة متطلبات متغيرة باستمرار من الموارد التقنية.

وعلى الجانب الآخر، فإنَّ خيار السحابة العامة يُعتبر خيارًا غير ملائم في الحالات التالية:

- المنظمات التي تضع أولوية قصوى جداً لأمن البيانات.
- المنظمات التي تسعى إلى استقلالية وتحكم كاملين على السحابة.
- المنظمات التي تطلب سحابة مستقلة لاستخدامها الذاتي والرسمي.
- المنظمات التي لا تفضِّل الاعتماد على طرف خارجي للاستضافة والإدارة والتشغيل.

عند الحديث عن السحابة العامة، فإنه لا بد من التطرُّق إلى تسع نقاط مرتبطة ومُميِّزة لها عن غيرها من نماذج السحابة، وهذه النقاط هي على التوالي: الموقع الجغرافي، والأمان والخصوصية، والأداء، والشبكة، وإدارة السحابة، وصيانة السحابة والمحافظة عليها، وإمكانية المشاركة وتعدُّد الاستخدام، واتفاقية مستوى الخدمة، والتشريعات والنزاعات. وسيتم التفصيل في توضيح كل نقطة من هذه النقاط على حِدة.

١. **الموقع الجغرافي في السحابة العامة:**

تشير الخاصية الثالثة الأساسية للحوسبة السحابية إلى أنها عبارة عن تجمُّع واسع وموزع من الموارد التقنية، حيث يقوم مزود الخدمة باختيار مواقع جغرافية متعددة حول العالم كأماكن لمراكز البيانات التي تضمُّ تجهيزات تقنية وبرمجية، خدمةً لمتطلبات المستفيد. ويأتي اختيار هذه المواقع بناءً على معايير متعددة، من أهمها قُرب المسافة من العملاء المنظورين لتخفيض تكلفة تناقل البيانات الضخمة عبر الإنترنت. إنَّ الموقع

الجغرافي يشكّل قضيةً مهمة في السحابة العامة تحديداً من جانبين اثنين؛ يتمثل الجانب الأول في أن الوصول والتعامل مع السحابة العامة يتطلب الكثير من عمليات تناقل البيانات عبر الإنترنت بين السحابة والمستفيد، الأمر الذي قد يزيد من أوقات الاستجابة في إنجاز التعاملات الإلكترونية. أما الجانب الثاني فيتمثل في إخفاء الموقع الجغرافي للسحابة العامة عن المستفيد، خصوصاً في حالة البرمجيات كخدمة (SaaS)؛ نظراً لتطبيق السحابة العامة لمبدأي التقنية الافتراضية واستقلالية المورد التقني المستهدف من المستفيد، حيث يشير هذان المبدآن إلى أن المستفيد بشكل عام لا يستطيع التحكم أو التعرف على موقع السحابة العامة عموماً، والمورد التقني بشكل خاص.

٢. **الأمان والخصوصية في السحابة العامة:**

تُعتبر مسألة الأمان والخصوصية هاجساً كبيراً في السحابة العامة. يتمثل هذا الهاجس في أنَّ التحكم في السحابة العامة بشكل عام، وفي البيانات على وجه التحديد، يعتمد كلياً على مزود الخدمة المستضيف للسحابة. في السحابة العامة، يمكن أن يتم تخزين بيانات المستفيد في أماكن مختلفة حول العالم؛ مما يُعرِّض أمنها وخصوصيتها للاختراق والاطلاع من قِبَل أشخاص أو جهات غير مصرَّح لهم ذلك. عند حدوث هذا الاختراق، تبرز إشكالية نطاق التقاضي أو البلد الذي يمكن أن يتقاضى فيه المستفيد ضد مخترق خصوصيته إن كان في بلد يختلف عن بلد المستفيد أو البلد الذي تتواجد فيه السحابة العامة. على الرغم من أن هذا الأمر قد لا يكون واقعياً إلا أنَّ إمكانية حدوثه واردة؛ لذا فإنه يُنصَح بأخذ الاحتياطات الكافية عند تبني خيار السحابة العامة، كإدراج البنود اللازمة والكافية في اتفاقية مستوى الخدمة (SLA).

٣. **أداء السحابة العامة:**

يعتمد أداء السحابة العامة بشكل رئيسي على عاملين اثنين: الشبكة، والموارد التقنية. وهذان العاملان كلاهما مناطان بمزود السحابة، من حيث مهام تشغيلها ومراقبتها وصيانتها. ومع ارتفاع جودة هذين العاملين في تمرير المحتوى (البيانات) من خلالهما، ترتفع جودة الأداء وبالتالي ارتفاع مستوى رضا المستفيد. من المهم ذكره أنَّه في حالة السحابة العامة، يلزم التمييز بين نوعين من الشبكات بغرض تحديد نطاق مسؤولية أداء الشبكة عموماً. يقع النوع الأول تحت مسؤولية المستفيد، حيث تتواجد موارده التقنية الخاصة به (الشبكة الداخلية أو المحلية في منظمة المستفيد)، في حين يقع النوع الثاني تحت مسؤولية مزود الخدمة السحابية، حيث تتواجد الموارد التقنية المعروضة

لاستخدام المستفيدين. ومما يجدر ذكره أيضاً أنه كلما زاد عدد مستخدمي السحابة العامة، زاد معه التحدي على مزود السحابة لتقديم أداء جيد للخدمات.

٤. **الشبكة في السحابة العامة:**

كما تمَّ التطرق له سابقاً، فإنَّ جودة الخدمات السحابية بشتى أنواعها (البرمجيات كخدمة SaaS، أو المنصة كخدمة PaaS، أو البنية التحتية كخدمة IaaS) تعتمد على جودة عمل شبكة الاتصال بين مزود الخدمة والمستفيد منها. تتكون شبكة الاتصال هذه من: (١) الشبكة الداخلية للمستفيد، وتقع مسؤولية إدارتها وتشغيلها وصيانتها على المستفيد نفسه، و(٢) الشبكة التي تضمُّ الموارد التقنية المعروضة للاستخدام المشترك، وتقع مسؤولية إدارتها وتشغيلها وصيانتها على مزود الخدمة، و(٣) شبكة الإنترنت التي تصل بين هاتين الشبكتين، وتتحدد جودة أدائها بسرعة وسعة النطاق الترددي (bandwidth) الذي يختاره المستفيد للوصول للخدمات السحابية.

٥. **إدارة السحابة العامة:**

ترتكز أهمية إدارة السحابة العامة على ضرورة استمرارية عمل الخدمات السحابية، بحيث تكون هذه الخدمات سلسة الاستخدام، وذات مستوى عالٍ من الاعتمادية والقابلية للتوسع والانكماش بشكل مرن وسريع بناءً على الطلب. يتطلب هذا الأمر من المزود في السحابة العامة القيام بالعديد من المهام؛ كمراقبة الموارد التقنية (كجدولتها وتزويدها للمستفيد إما توسعاً أو انكماشاً)، وتحسين الموارد (كتعزيز دور الخوادم، أو تدعيم التعامل مع أعباء التخزين)، وحوكمة أعمال السحابة بشكل عام. ويتناسب مستوى أعباء إدارة السحابة طردياً مع حجم الشبكة الحاسوبية، وعدد المستخدمين المشتركين في السحابة، وعدد الموارد التقنية في السحابة، حيث تزداد بازديادهم وتنخفض بانخفاضهم. وبشكل عام، فإنَّ عدد المستخدمين المشتركين في السحابة العامة يُعتبَر كبيراً مقارنةً بنظيره في السحابة الخاصة؛ لذا فإنَّ إدارتها تُعتبَر أصعب، وشأن متابعة تنفيذ المهام فيها بجودة عالية يُعدُّ أمرًا أكثر صعوبة. فعند وجود أي قصور في إدارة هذه الموارد التقنية بشكل فعَّال، فمن المؤكد أن يُفضي ذلك إلى قصور في تنفيذ متطلبات المستخدمين، وبالتالي الوقوع في مخالفة لاتفاقية مستوى الخدمة (SLA).

٦. **صيانة السحابة العامة والحفاظ عليها:**

تهدف عمليات صيانة السحابة العامة إلى ضمان استمرارية عملها والحفاظ على مواردها على الوجه الذي يحقق احتياجات جميع المستخدمين المشتركين فيها. وللوصول

إلى هذا الهدف، من الضروري أن يتم تحديد ومراقبة وإدارة المخاطر التي يمكن أن تُهدِّد استمرارية تشغيل خدمات السحابة العامة. ويتولى مزود الخدمة القيام بمهمة صيانة السحابة العامة، حيث يقوم باستبدال الموارد التقنية المعيبة (كوحدات المعالجة ووسائط التخزين والبرمجيات) بموارد أخرى صالحة للاستخدام. وحيث إنَّ عدد الموارد التقنية بمختلف أنواعها في السحابة العامة يُعتبر كبيرًا نسبياً مقارنةً بغيرها من النماذج الأخرى، فمن المؤكد أن تكون مهمة القيام بالصيانة أصعب وأكثر كلفةً وأعباءً.

٧. **إمكانية المشاركة وتعدُّد الاستخدام في السحابة العامة:**

تتيح السحابة العامة خاصية إمكانية المشاركة وتعدُّد الاستخدام للمورد التقني الواحد، بحيث يمكن لعدة مستفيدين (منظمات وأفراد) مستقلين عن بعضهم البعض مشاركة استخدام الموارد التقنية نفسها (تجهيزات مادية وبرمجيات)، وبالتالي المساهمة في تخفيض التكاليف المادية المترتبة على هذا الاستخدام، وكذلك تحسين مستوى الاستخدام والكفاءة للموارد التقنية، خصوصاً في تلك الحالات التي لا يكاد يتخطى مستوى الاستخدام ١٠% إلى ٢٠% من قدرات المورد التقني. إلا أنَّ تفعيل هذه الخاصية في السحابة العامة قد يجلب معه تحدياً يتمثل في إمكانية وصول جهات أو أفراد إلى أصل مهم من أصول المنظمة المستفيدة، وهي البيانات؛ مما يُعدُّ تهديداً لخصوصية البيانات للأفراد أو للمنظمات المستفيدة.

٨. **اتفاقية مستوى الخدمة (SLA) في السحابة العامة:**

تشكِّل اتفاقية مستوى الخدمة (SLA) ركيزةَ نجاح مهمة لنموذج السحابة العامة تحديداً، حيث تمثِّل اتفاقاً رسمياً بين مزود الخدمة والمستفيد منها، مُلزماً لكلا الطرفين تنفيذ بنود الاتفاقية بدقة. ونظراً لكبر حجم الشبكة في السحابة العامة، وزيادة عدد مستخدميها وعدد مواردها التقنية، وزيادة عدد اتفاقيات الخدمة المبرمة مع المستخدمين؛ فإنَّ حجم مسؤولية مزود الخدمة يزداد تِباعاً للوفاء بجميع المتطلبات المتفق عليها مع المستخدمين. ويجب على مزود الخدمة السعي إلى ضمان المساواة بين المستخدمين في الحصول على الخدمة المتفق عليها دون أي تحيز، بغض النظر عن مكان تواجدهم.

٩. **التشريعات والنزاعات في السحابة العامة:**

يترتب على الاستعانة بمزود خدمة للسحابة العامة، كطرف خارجي بالنسبة للمستفيد، تبعات من الضروري أن تعيرها المنظمة المستفيدة الكثير من الاهتمام. حيث إنَّ موقع

السحابة العامة دائماً ما يكون خارج موقع المنظمة المستفيدة، فقد ينتج عن ذلك مشكلات تتعلق بموقع بيانات المنظمة المستفيدة المخزنة لدى مزود الخدمة. فعند الحاجة لتغيير موقع هذه البيانات لأي سبب من الأسباب أو عند الحاجة لعمل نسخ احتياطية للبيانات في موقع جغرافي مختلف (كدولة أو قارة أخرى)، ينبغي على المستفيد الأخذ بعين الاعتبار تشريعات وقوانين البلد المستضيف للسحابة العامة. لذلك يُنصح دائماً أن يكون الخيار الأول للمنظمة المستفيدة، في حال رغبت في الاستعانة بمزود خدمة لسحابة عامة، أن يكون البلد الذي تتواجد فيه السحابة العامة هو البلد ذاته الذي تتواجد فيه المنظمة المستفيدة؛ تجنباً للوقوع في مشاكل قانونية تتعلق باحتمالية الإخلال بسرية وحماية بياناتها. والقاعدة العامة في هذا الشأن تنصُّ على أنّ مراكز البيانات في بلد ما تخضع لقوانين وتشريعات نفس البلد.

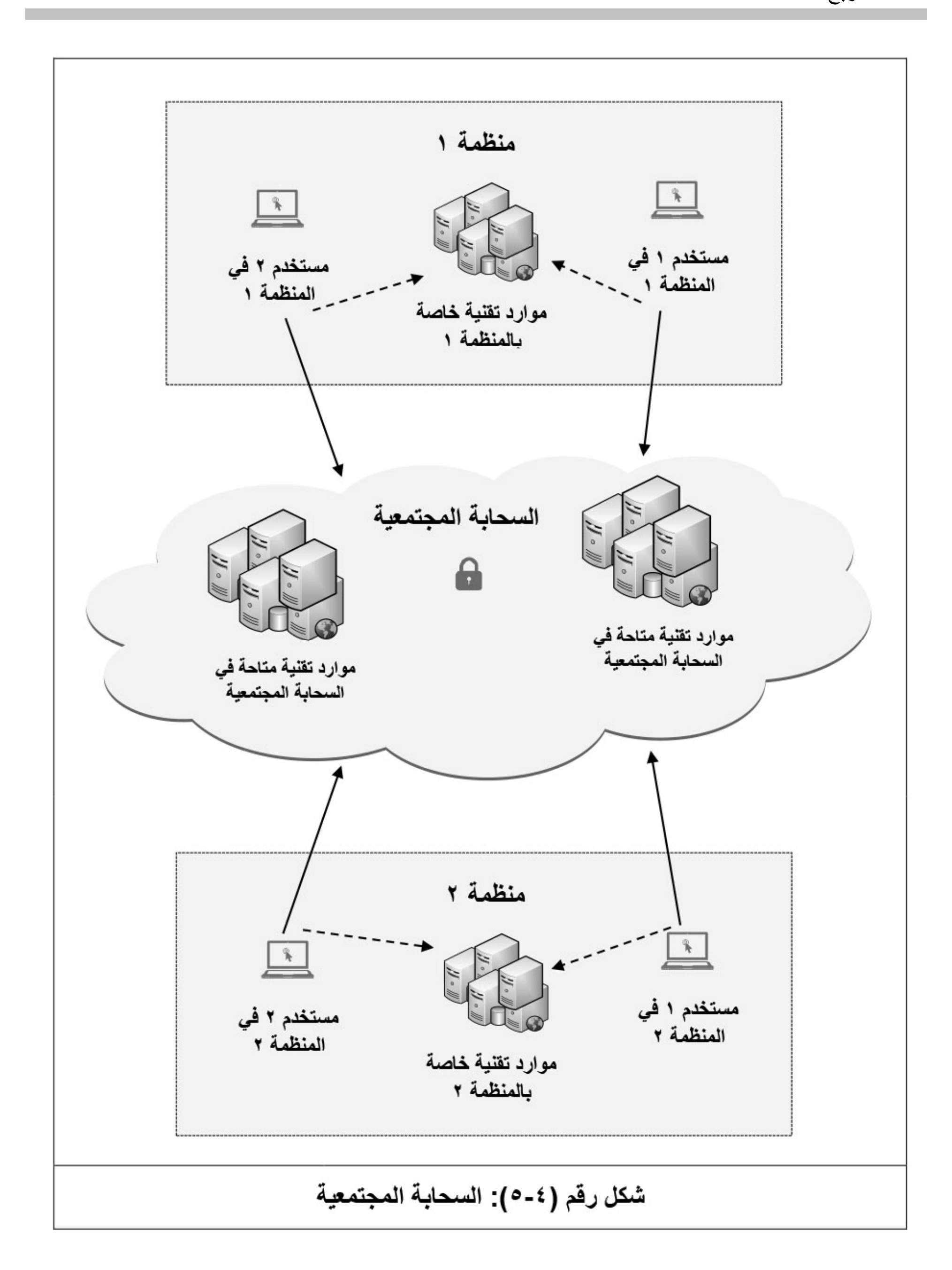
تساعد النقاط المهمة التي تمَّ طرحها أعلاه على زيادة فهم طبيعة السحابة العامة بشكل عام. فقبل الإقدام على تبني استخدام السحابة العامة، من الضروري الاعتناء باختيار مزود الخدمة المناسب لمتطلبات المستفيد. فهناك العديد من المعايير التي يُستحسن الاستئناس بها قبل أن يقوم المستفيد باختيار مزود الخدمة، ومنها: تكلفة الاستخدام، ودرجة الأمان والخصوصية، وأداء السحابة العامة، والصيانة، ومدى الالتزام باتفاقية مستوى الخدمة.

جدول رقم (٤-٣): إيجابيات وسلبيات السحابة العامة

الإيجابيات	السلبيات
انخفاض التكلفة المادية نسبياً بالنسبة للمستفيد من الأفراد والمنظمات الصغيرة والمتوسطة، مقارنةً بالسحابة الخاصة.	انخفاض مستوى التحكم في إدارة موارد السحابة العامة، حيث تخضع هذه المهمة لمزود السحابة العامة.
تقع مسؤولية صيانة السحابة العامة ومواردها على مزود الخدمة، وبالتالي تتركز جهود المستخدمين على إنجاز أعمالهم.	انخفاض مستوى الأمان والخصوصية ضد تسريب بيانات المستفيد.

الإيجابيات	السلبيات
إمكانية التوسُّع والانكماش الآني بشكل ذاتي.	الاعتماد الكامل على الإنترنت في إنجاز التعاملات الإلكترونية، ففي حالة عطل الإنترنت يتعذر الوصول للخدمة السحابية.
صرامة اتفاقية مستوى الخدمة (**SLA**).	اعتماد جودة أداء الخدمات الإلكترونية على سرعة الاتصال بالإنترنت.
توفِّر السحابة العامة مستوى عالياً من الإتاحة والاستمرارية في تقديم الخدمات السحابية.	ارتفاع التكلفة المادية للأعمال الإلكترونية التي تتطلب نقل البيانات بشكل مستمر من السحابة العامة وإليها.

تؤكد الكثير من الدراسات في مجال الحوسبة السحابية أنَّ التوجه العام للمنظمات، خصوصاً الصغيرة والمتوسطة منها، السعي إلى توظيف تقنية السحابة العامة في إنجاز أعمالها التقنية، من تخزينٍ للبيانات ومعالجتها بشكل آمن (Yeboah-Boateng et al., 2014, Gupta et al., 2013, Armbrust et al, 2009). قد يتطلب الإقدام على هذا التحوُّل الإلكتروني في إنجاز الأعمال ضرورة الفهم والتعرف على إيجابيات وسلبيات السحابة العامة. يوضِّح الجدول رقم (٤-٣) تفصيلاً لإيجابيات وسلبيات السحابة العامة.



شكل رقم (٤-٥): السحابة المجتمعية

٣/٢/٤ السحابة المجتمعية:

في هذا النموذج من تقديم خدمات الحوسبة السحابية، يكون استخدام موارد السحابة المطلوبة محصوراً على عدد محدد من المنظمات أو الأفراد يتشاركون في نفس الاهتمام أو الأهداف (كتوفُّر متطلبات أمنية معينة، أو أداء مهام محددة، أو تطبيق سياسات معينة). ويمكن أن يتم امتلاك وإدارة وتشغيل الموارد الحاسوبية في السحابة بواسطة هذه المنظمات أو بواسطة طرف ثالث. أما فيما يتعلق بموقع هذه الموارد فيمكن أن يكون مستضافاً داخل المنظمة (مركز البيانات الخاص بها)، أو مستضافاً خارجها وتكون الموارد مملوكة لطرف ثالث. وأفضل مثال على هذا النوع من الحوسبة السحابية هو السحابة الحكومية التي يمكن أن توفِّر مجموعةً واسعة من الموارد الحاسوبية التي تكون مُخصَّصة فقط للأجهزة والجهات والهيئات الحكومية (وتمثِّل هذه إحدى مبادرات برنامج التعاملات الحكومية "يسِّر" لإنشاء سحابة حكومية مقتصر استخدامها على الأجهزة الحكومية في المملكة العربية السعودية)، كما يمكن أن تظهر دوافع وأهداف معينة تحفِّز قطاعاً معيناً كقطاع الصناعة أو التجارة للعمل معاً ضمن سحابة مشتركة ذات أهداف متشابهة، لاستغلال موارد السحابة لِمَن يشترك فيها.

بالنظر للسحابة المجتمعية مقابل كلٍّ من السحابتين الخاصة والعامة، نجد أن السحابة المجتمعية تمثِّل امتداداً للسحابة الخاصة من ناحية اقتصار استخدامها على مجموعة متجانسة الأهداف والتوجهات من المنظمات (اثنتين أو أكثر)، كما تتشارك مع السحابة الخاصة في خاصية ارتفاع مستوى الأمان والخصوصية مقارنةً بالسحابة العامة. في الوقت ذاته، تقتبس السحابة المجتمعية من السحابة العامة خاصية مشاركة الموارد التقنية بين أكثر من منظمة؛ الأمر الذي ينتج عنه تخفيضٌ للتكاليف المادية العالية المرتبطة بالسحابة الخاصة، والتي يقتصر استخدامها على منظمة واحدة تتحمل جميع أعبائها المادية. وبشكل عام، تناسب السحابة المجتمعية تلك المنظمات التي لا تستطيع تحمُّل تكاليف السحابة الخاصة منفردةً، ولا تستطيع الاعتماد كلياً على السحابة العامة لاعتبارات متعددة. يعرض الشكل رقم (٤-٥) نموذجاً توضيحياً للسحابة المجتمعية.

سِمات السحابة المجتمعية:

بالنظر إلى الخصائص الأساسية الخمس للحوسبة السحابية عموماً، والتي تطرقنا إليها في الفصل الثاني من هذا الكتاب، يُلاحَظ أن هناك تواجدًا لهذه الخصائص في السحابة المجتمعية

بمستوى جزئي، يقل عن السحابة العامة ويزيد عن السحابة الخاصة. إنَّ اتفاق مجموعة من المنظمات على تخصيص سحابة مجتمعية تحتوي على مجموعة موارد تقنية وخدمات إلكترونية قابلة للمشاركة، يفرض الالتزام بمجموعة من المعايير والأحكام التي تؤدي إلى تسهيل الوصول الواسع للسحابة المجتمعية من قِبل تلك المنظمات المشتركة، وأن تحتوي هذه السحابة على مواردَ وخدمات كافيةٍ تشجِّع المنظمات ذات العلاقة على الانضمام للسحابة، وأن يكون هناك مرونة سريعة في تخصيص وتحرير الموارد والخدمات عند الحاجة لها؛ الأمر الذي يحتم أن توفِّر السحابة خدمة ذاتية حسب طلب أي منظمة. كما أنَّ وجود آلية لقياس الخدمات المقدَّمة من السحابة لكل عضو فيها يضمن عدالةَ الاستخدام والتعرف على الأداء. إنَّ تطبيق هذه الخصائص بشكل متوازن وصارم يضمن تفعيلَ خصائص الحوسبة السحابية في السحابة المجتمعية، وبالتالي تحقيق الغرض من إنشائها.

فيما يلي نستعرض ثلاث سمات بارزة تميِّز السحابة المجتمعية عن غيرها من نماذج النشر والإطلاق للحوسبة السحابية. وهذه السمات هي:

(١) السحابة المجتمعية ذات تكلفة فعَّالة:

السحابة المجتمعية ذات تكلفة مادية فعَّالة؛ نظراً لأنَّ هناك أكثر من منظمة مشتركة في الاستفادة من الخدمات التي تقدمها السحابة. فبدلاً أن تقتصر جميع التكاليف المادية على منظمة واحدة، كما هو الحال في السحابة الخاصة، تتوزع هذه التكاليف غالباً بالتساوي بين جميع الأعضاء المشتركين في السحابة المجتمعية.

(٢) مستوى جزئي من الأمان والخصوصية:

عادةً ما يشترك في السحابة المجتمعية عدد محدود من المنظمات يقل بكثير عن عدد المنظمات المشتركة في السحابة العامة. تزداد مخاطر تسريب البيانات الخاصة لكل منظمة مع ازدياد عدد المنظمات المشتركة، وتنخفض المخاطر بانخفاض العدد. لذا يُنظَر إلى السحابة المجتمعية على أنها آمنة جزئياً؛ لاقتصار مخاطر تسريب البيانات في حالة حدوثه على المنظمات المشتركة فيها فقط، لكن السحابة تبقى آمنةً من مخاطر العالم الخارجي لتعذُّر وصول طلبات الوصول من غير الأعضاء. بشكل عام، السحابة المجتمعية أكثر أمناً وحفاظاً على الخصوصية من السحابة العامة، وأقل أمناً وحفاظاً على الخصوصية من السحابة الخاصة.

(٣) المشاركة في صيانة السحابة المجتمعية:

في غالب الأحيان، لا يوجد طرف واحد في السحابة المجتمعية يتولى عملية التحكم والصيانة في السحابة بالكامل، حيث يتم توزيع هذه المهام بالتنسيق بين الأعضاء المشتركين في السحابة. وبالتالي عادةً ما تسود روح التعاون والمشاركة في إنجاز الأعمال؛ مما يعطي نتيجة أفضل. وحتى في الحالات التي يدخل فيها طرفٌ ثالثٌ كمسؤول عن عمليات التحكم والصيانة، يتوجب أن يكون هناك تنسيقٌ رفيع مع جميع الأعضاء؛ لضمان أن يعود ذلك بالنفع والفائدة على الجميع.

متى يكون تبنّي استخدام السحابة المجتمعية ملائماً؟

يُقصد بملاءمة استخدام السحابة المجتمعية الحالات التي يكون فيها توظيف هذه السحابة خياراً مناسباً للمنظمات المستفيدة، كما تشير إلى الظروف والبيئة الملائمة لتبنّي استخدام السحابة المجتمعية، ومن ذلك على سبيل المثال:

- المنظمات الراغبة في سحابة تتمتع بقدر معقول من الأمان والخصوصية يفوق ذلك الموجود في السحابة العامة.
- المنظمات التي لا تستطيع تولي مهام التحكُّم والصيانة في موارد السحابة كاملةً بشكل منفرد.
- المنظمات التي ترغب في تأسيس شبكة خاصة ولكن ليس لديها ملاءة مادية كافية.
- المنظمات التي تهدف إلى الاستفادة من إمكانيات وأصول المنظمات الأخرى المتاحة بشكل توافقي وتعاوني.

وعلى الجانب الآخر، فإنَّ خيار السحابة المجتمعية يُعتبر خياراً غير ملائم في الحالات التالية:

- المنظمات التي تضع أولوية قصوى جداً لأمن البيانات.
- المنظمات التي تسعى إلى استقلالية وتحكم كاملين على السحابة.
- المنظمات التي ليس لها دوافع عملية للتشارك والتعاون مع منظمات أخرى في سحابة واحدة.

أصناف السحابة المجتمعية:

يمكن تصنيف السحابة المجتمعية إلى صنفين رئيسين بناءً على مَنْ يقوم باستضافة وإدارة وتشغيل وصيانة السحابة المجتمعية. والصنفان هما:

أ) السحابة المجتمعية الداخلية:
يتم في السحابة المجتمعية الداخلية إدارة وتشغيل وصيانة السحابة ومواردها التقنية بواسطة المنظمات المشتركة نفسها، ويمكن أن يُناط القيام بهذه المهمة إلى إحدى المنظمات في السحابة منفردةً. أما فيما يتعلق بموقع السحابة الجغرافي ومواردها، فيمكن أن تكون مستضافةً داخل إحدى المنظمات في السحابة (في مركز البيانات الخاص بها)، أو في موقع خارجي مستقل مُتفَق عليه خارج مواقع جميع المنظمات المشتركة، ولكن في أغلب الأحيان تكون في نفس البلد. وتبقى ملكية السحابة عائدةً إما لجميع المنظمات أو لإحداها.

ب) السحابة المجتمعية الخارجية:
يتم في السحابة المجتمعية الخارجية إدارة وتشغيل وصيانة السحابة ومواردها التقنية بواسطة طرف خارجي من غير المنظمات المستفيدة. أما فيما يتعلق بموقع السحابة الجغرافي ومواردها ففي الغالب تكون في موقع خارجي مستقل، حيث يتواجد الطرف الخارجي خارج مواقع جميع المنظمات المشتركة. وفي حالات أخرى، يمكن أن تكون السحابة مستضافةً داخل إحدى المنظمات المشتركة في السحابة (في مركز البيانات الخاص بها). أما ملكية السحابة ففي الغالب تكون عائدةً للطرف الخارجي.

عند مقارنة السحابة المجتمعية الخارجية بالسحابة المجتمعية الداخلية، نجد وجود تشابه بينهما فيما عدا بعض النقاط الناجمة عن الاستعانة بطرف خارجي كمزود لخدمة السحابة، والتي لها مجموعة من الإيجابيات والسلبيات. نستعرض في الجدول (٤-٤) تسع نقاط تُظهر أبرز الاختلافات بين السحابتين، وهذه النقاط هي على التوالي: الموقع الجغرافي، والأمان والخصوصية، والأداء، والشبكة، وإدارة السحابة، وصيانة السحابة، واتفاقية مستوى الخدمة، والمشاركة وتعدُّد الاستخدام، والتشريعات والنزاعات.

جدول رقم (٤-٤): مقارنة السحابة المجتمعية الداخلية بالسحابة المجتمعية الخارجية

رقم	الخاصية	السحابة المجتمعية الداخلية	السحابة المجتمعية الخارجية
١	**الموقع الجغرافي**	في الغالب، تكون مستضافةً داخل إحدى المنظمات في السحابة (في مركز البيانات الخاص بها)، أو في موقع خارجي مستقل مُتفَق عليه خارج مواقع جميع المنظمات المشتركة، ولكن في غالب الأحيان تكون في نفس البلد.	في الغالب، تكون في موقع خارجي مستقل، حيث يتواجد الطرف الخارجي خارج مواقع جميع المنظمات المشتركة. وفي حالات أخرى، يمكن أن تكون السحابة مستضافةً داخل إحدى المنظمات في السحابة (في مركز البيانات الخاص بها)، ولكن تحت إشراف الطرف الخارجي الذي يمكن أن يكون في نفس البلد أو خارجها.
٢	**الأمان والخصوصية**	تبرز قضية اختلال الأمان والخصوصية في السحابة المجتمعية الداخلية بسبب مشاركة العديد من المنظمات في استغلال الموارد والأصول التقنية، كالبيانات التي يمكن أن يتم تخزينها بشكل مركزي، وتكون قابلة للوصول من قِبل كل المنظمات المستفيدة من السحابة؛ مما يزيد إمكانية تسريب البيانات لمستخدم غير مصرَّح له. يشابه هذا الوضع مثيله في السحابة العامة، ولكن بعدد أقل من المنظمات المشتركة.	يشابه حال الأمان والخصوصية في السحابة المجتمعية الخارجية مثيله في السحابة المجتمعية الداخلية بسبب مشاركة العديد من المنظمات المستفيدة في السحابة، ولكن يزداد حال الأمان والخصوصية قابليةً للاختلال والتسريب بسبب وجود طرف خارجي كمقدِّم خدمة ومشرف على السحابة، والذي يتم الاعتماد عليه بشكل كامل.

رقم	الخاصية	السحابة المجتمعية الداخلية	السحابة المجتمعية الخارجية
٣	**الأداء**	يتم في السحابة المجتمعية الداخلية التنسيق الداخلي بين جميع مشتركي السحابة لتقديم الخدمة المتوقعة بمواصفات مُتفَق عليها. لذا فإنَّ أداء السحابة عموماً يعتمد على جودة أداء الفريق الداخلي المشكّل للقيام بمهام الصيانة والإدارة والتشغيل.	فيما عدا الشبكات الداخلية الخاصة بها، تتحرر المنظمات المستفيدة والمشتركة في السحابة المجتمعية الخارجية من مسؤولية مراقبة الأداء ورفع جودته، حيث تُناط هذه المهمة بشكل كامل بالطرف الخارجي المُقدِّم للخدمة.
٤	**الشبكة**	تتولى كل منظمة مستفيدة ومشتركة في السحابة المجتمعية الداخلية مسؤولية إدارة وتشغيل وصيانة شبكتها الداخلية، وكذلك الحال في قناة الاتصال الشبكي بين هذه الشبكة الداخلية والسحابة المجتمعية الداخلية. أما إدارة وتشغيل وصيانة الشبكة الخاصة بالسحابة المجتمعية الداخلية فتكون من مسؤولية مزود الخدمة الذي يجب أن يكون إحدى المنظمات المستفيدة أو كل المنظمات مجتمعةً. مقارنةً بالسحابة العامة، تُعتبَر السحابة المجتمعية الداخلية أصغر حجماً وأقل تعقيداً.	تتولى كل منظمة مستفيدة ومشتركة في السحابة المجتمعية الخارجية مسؤولية إدارة وتشغيل وصيانة شبكتها الداخلية، وكذلك الحال في قناة الاتصال الشبكي بين هذه الشبكة الداخلية والسحابة المجتمعية الداخلية. أما إدارة وتشغيل وصيانة الشبكة الخاصة بالسحابة المجتمعية الخارجية فتكون من مسؤولية مزود الخدمة، الذي يجب أن يكون طرفاً خارجياً. مقارنةً بالسحابة العامة، تُعتبَر السحابة المجتمعية الخارجية أصغر حجماً وأقل تعقيداً.

رقم	الخاصية	السحابة المجتمعية الداخلية	السحابة المجتمعية الخارجية
٥	**إدارة السحابة**	يتمُّ تشكيل فريق متخصص من إحدى أو بعض أو كل المنظمات المشتركة في السحابة المجتمعية الداخلية للقيام بجميع عمليات إدارة السحابة. ومن هذه العمليات: تهيئة وتنصيب الموارد والخدمات السحابية، ومراقبة حالة الخدمات السحابية واستخداماتها وأدائها، وإدارة حسابات المستخدمين، وصلاحيات الاستخدام، والتحكم في النفاذ، بالإضافة إلى العديد من المهام الأخرى.	يتولى الطرف الخارجي في السحابة المجتمعية الخارجية القيام بجميع عمليات إدارة السحابة، ويكون مسؤولاً أمام المنظمات المستفيدة عن أداء تلك المهام على حسب بنود اتفاقية مستوى الخدمة (SLA). يزداد تعقيد عملية الإدارة بالنسبة للطرف الخارجي كلما زاد عدد المنظمات المشاركة في السحابة، ولكنه يبقى أقل تعقيداً مقارنةً بالسحابة العامة.
٦	**صيانة السحابة**	يتولى فريقٌ مشكّلٌ من إحدى أو بعض أو كل المنظمات المشتركة في السحابة المجتمعية الداخلية القيام بمهمة الصيانة، حيث يُناط به القيام باستبدال الموارد التقنية المعيبة (كوحدات المعالجة ووسائط التخزين والبرمجيات) بموارد أخرى صالحة للاستخدام. تُعتبَر مهمة الصيانة أقل تعقيداً من تلك في السحابة العامة وأكثر تعقيداً من تلك في السحابة الخاصة؛ نظراً لأنَّ عدد الموارد التقنية أقل من الموجود في السحابة العامة وأكثر من الموجود في السحابة الخاصة.	يتولى الطرف الخارجي في السحابة المجتمعية الخارجية القيام بجميع مهام صيانة السحابة، ويكون مسؤولاً أمام المنظمات المستفيدة عن أداء تلك المهام على حسب بنود اتفاقية مستوى الخدمة (SLA). يزداد تعقيد عملية الصيانة بالنسبة للطرف الخارجي كلما زاد عدد المنظمات المشاركة في السحابة، ولكنه يبقى أقل تعقيداً مقارنةً بالسحابة العامة.

رقم	الخاصية	السحابة المجتمعية الداخلية	السحابة المجتمعية الخارجية
٧	**اتفاقية مستوى الخدمة (SLA)**	في حالة السحابة المجتمعية الداخلية، يتم عقد اتفاقية مستوى الخدمة (SLA) بين المنظمات المستفيدة والمشاركة في السحابة لضمان تحقيق المساواة في جودة الخدمة بين جميع المنظمات. تُعتبَر هذه الاتفاقية في هذه السحابة أقل صرامةً من تلك التي في السحابة العامة، وأكثر صرامةً من تلك التي في السحابة الخاصة.	في حالة السحابة المجتمعية الخارجية، يتم عقد اتفاقية مستوى الخدمة (SLA) بين جميع المنظمات المشاركة في السحابة من جهة، والطرف الخارجي من جهة أخرى؛ بهدف ضمان تحقيق المساواة في تقديم الخدمة بين جميع المنظمات. تُعتبَر هذه الاتفاقية في هذه السحابة أكثر صرامةً من تلك التي في السحابة المجتمعية الداخلية؛ لوجود طرف خارجي كمزود خدمة.
٨	**المشاركة وتعدُّد الاستخدام**	تتيح السحابة المجتمعية الداخلية خاصية مشاركة وتعدُّد استخدام المورد التقني الواحد (تجهيزات مادية وبرمجيات) أو البيانات المُتفَق على مشاركتها بين المنظمات. إلا أنَّ تفعيل هذه الخاصية في السحابة قد يجلب معه تحدياً يتمثل في إمكانية إساءة الاستخدام لغير الغرض المحدد أو إمكانية تسريب البيانات بقصد أو بغير قصد؛ مما يُعدُّ تهديداً لخصوصية بيانات المنظمات المشاركة.	يشابه الوضع فيما يخص المشاركة وتعدد الاستخدام في السحابة المجتمعية الخارجية مثيله في السحابة المجتمعية الداخلية بسبب مشاركة العديد من المنظمات المستفيدة في السحابة، ولكن يستلزم الوضع، في حالة السحابة المجتمعية الخارجية، أخذ المزيد من الحيطة والحذر بسبب وجود طرف خارجي مُقدِّم خدمة ومشرف على السحابة، والذي يتم الاعتماد عليه بشكل كامل.

رقم	الخاصية	السحابة المجتمعية الداخلية	السحابة المجتمعية الخارجية
٩	**التشريعات والنزاعات**	عادةً ما تنخفض إمكانية وقوع النزاعات واللجوء للتشريعات، في حالة السحابة المجتمعية الداخلية، عندما تكون جميع المنظمات المشاركة في السحابة في نفس الدولة، حيث تتوحد الأنظمة والأحكام ذات العلاقة. أما إذا تواجدت المنظمات في دولتين أو أكثر، ففي حال وقوع نزاع، يتم الاحتكام إلى الأنظمة والتشريعات للدولة التي تتواجد فيها السحابة المجتمعية؛ مما يجعل الأمر أكثر تعقيداً	يزداد الوضع القانوني تعقيداً في حالة السحابة المجتمعية الخارجية؛ نظراً لدخول طرف خارجي مُشغِّل للسحابة، إضافةً للمنظمات المشاركة. تنخفض إمكانية وقوع النزاعات عندما تكون جميع المنظمات والطرف الخارجي في نفس الدولة. عند وجود السحابة في دولة مختلفة عن بلدان المنظمات المشاركة، يتم الاحتكام إلى الأنظمة والتشريعات للدولة التي تتواجد فيها السحابة المجتمعية (عادةً تكون مقرَّ الطرف الخارجي المزود للخدمة).

تساعد مناقشة النقاط المهمة المذكورة أعلاه عن السحابة المجتمعية على زيادة فَهْم طبيعة نموذج الإطلاق والنشر هذا، وتمييزه عن غيره من النماذج. وبشكل عام، يمكن النظر للسحابة المجتمعية على أنها مجموعة جزئية من نموذج السحابة العامة ولكن بعدد أقل من المستخدمين الذين يتشاركون في دفع تكاليف الخدمات السحابية، ويستفيدون من إيجابيات مشابهة لتلك التي في السحابة الخاصة ولكن بتكاليف أقل وبمشاركة عدد أكبر من المستخدمين.

يشير ديفيد وايلد (David Wyld, 2010) في دراسة عنوانها: (المستقبل السحابي للتقنية الحكومية: الحوسبة السحابية والقطاع العام حول العالم) إلى أن تطبيقات الحوسبة السحابية حول العالم تشير إلى دخول القطاع العام كمحرك أساسي في تطوُّر الحوسبة السحابية، مُعززاً ذلك بالعديد من الأمثلة التطبيقية من الولايات المتحدة الأمريكية (وزارة الصحة والخدمات الإنسانية، ووزارة الداخلية، والإدارة العامة للفضاء وعلوم الطيران)، ومن بريطانيا (وزارة

الثقافة)، ومن اليابان (وزارة الشؤون الداخلية والاتصالات)، ومن الصين (بلدية مدينة دونغ يانغ)، ومن نيوزيلندا (وزارة التجارة).

لقد جذبت السحابة المجتمعية اهتمام القطاع الحكومي تحديداً؛ نظراً لطبيعتها التي تسمح بمشاركة مجموعة من المنظمات (أو الوزارات أو الهيئات أو الأجهزة الحكومية) التي لها نفس الاهتمام أو الأهداف؛ كتوفُّر متطلبات أمنية معينة، أو أداء مهام محددة، أو تطبيق سياسات معينة. ولتشابه الأنظمة واللوائح والقواعد التنظيمية في معظم الأجهزة الحكومية في كل دولة، تتجه أغلب الحكومات حول العالم إلى تبنّي الحوسبة السحابية باستخدام نموذج السحابة المجتمعية؛ بغرض ترشيد الإنفاق المالي، واستغلال القدرات التقنية للموارد الحاسوبية بأقصى حد ممكن. ولقد كان لحكومة المملكة العربية السعودية السبقُ في سلك هذا الاتجاه، حيث يقدِّم برنامج يسِّر للتعاملات الإلكترونية الحكومية مبادرة السحابة الإلكترونية الحكومية كإحدى المبادرات في الخطة التنفيذية الثانية للتعاملات الإلكترونية الحكومية تحت مسار البنية التحتية. وتُقدِّم هذه المبادرة للقطاعات الحكومية خدماتٍ جاهزةً ذات فعالية واعتمادية وأمنية عالية، سواءً من ناحية البنية التحتية أو منصات التكامل والربط البيني أو التطبيقات الوطنية المشتركة. وتهدف هذه المبادرة إلى تأسيس سحابة إلكترونية حكومية لتقديم الخدمات المشتركة للقطاعات الحكومية عبر بيئة ذات فاعلية واعتمادية وأمنية عالية. وتشمل المبادرة تعزيز ما تمَّ إنجازه وإكمال ما بقي للخدمات السحابية على مسار البنية التحتية (كخدمات التعافي من الكوارث، وخدمات الربط الشبكي الآمن)، ومسار المنصات (كخدمات منصة التكامل، وخدمات منصة إدارة المشاريع)، ومسار التطبيقات (كنظام المراسلات الموحد، ونظام تقديم الجامعات الموحد، ونظام إدارة علاقات العملاء، ونظام المعلومات الجغرافية).

قد يتطلب الأمر قبل تبنّي نموذج السحابة المجتمعية ضرورة فهم هذا النموذج جيداً، والتعرف على إيجابياته وسلبياته. يوضِّح الجدول رقم (٤-٥) تفصيلاً لإيجابيات وسلبيات السحابة المجتمعية.

جدول رقم (٤-٥): إيجابيات وسلبيات السحابة المجتمعية

الإيجابيات	السلبيات
انخفاض التكلفة المادية قياساً بالسحابة الخاصة؛ نظراً لتوزُّع هذه التكلفة على المنظمات المشاركة في السحابة.	انخفاض مستوى التحكم في إدارة موارد السحابة المجتمعية بالنسبة للمنظمة الواحدة، حيث تخضع هذه المهمة إما لفريق مشترك من المنظمات المستفيدة أو لمزود السحابة الخارجي.
تسمح مشاركة المنظمات الأخرى في السحابة المجتمعية بتناقل الخبرات في مجال المنظمة المستفيدة.	في حالة السحابة المجتمعية الخارجية، ترتفع إمكانية الوقوع في مأزق الارتباط الدائم بمزود الخدمة، خصوصاً إذا كان هو المطوِّر الأول والرئيسي لحلول السحابة.
تتمتع السحابة المجتمعية بمستوى من الأمان والخصوصية بشكل أفضل من السحابة العامة.	بالنسبة لمنظمة مشاركة في السحابة المجتمعية، هناك إمكانية لتسريب بياناتها من قِبل المنظمات الأخرى المشاركة في السحابة أو من مزود السحابة.
توفِّر أنظمة السحابة المجتمعية حلولاً تقنية بمواصفات متطابقة ومتطلبات المنظمات المشتركة في السحابة.	ترتفع إمكانية فشل السحابة المجتمعية مع فشل التنسيق والتعاون المستمر بين المنظمات المشاركة في السحابة.

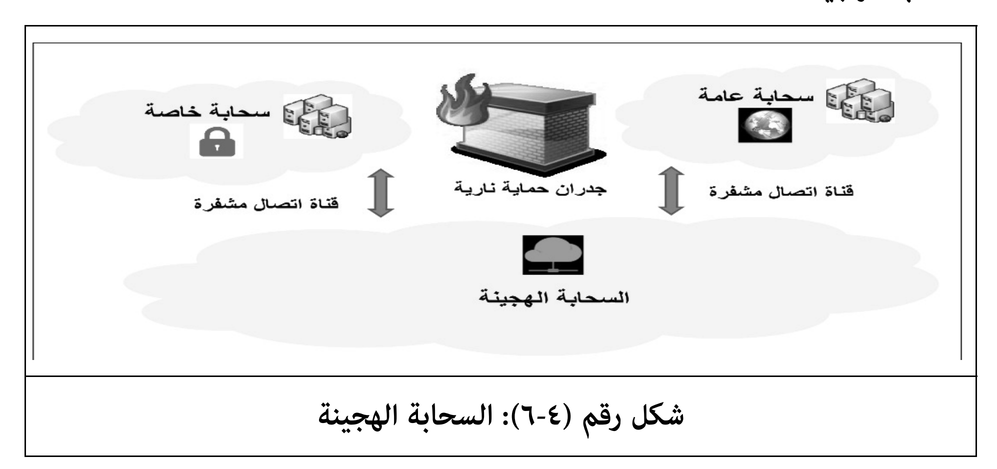
٤/٢/٤ السحابة الهجينة:

يُعرِّف المعهد الوطني للمعايير والتقنية (NIST) نموذج السحابة الهجينة (Hybrid Cloud) على أنها بنية سحابية تتكون من اثنين أو أكثر من أنواع السحابة (كالسحابة الخاصة، أو العامة، أو المجتمعية). وتكون البنية التحتية لكل نوع مستقلة عن النوع الآخر، لكن ترتبط مع بعضها البعض عبر قناة اتصال مشفرة تسمح بتناقل البيانات وتشغيل التطبيقات والخدمات الإلكترونية فيما بينها. إنَّ استقلالية كل نوع من السحابات المتصلة ببعضها البعض يسمح للمستفيد أن يقوم بتخزين بياناته الخاصة على السحابة الخاصة، وفي

الوقت نفسه يستغل القدرات التي توفِّرها الموارد الحاسوبية في السحابة الأخرى (كالسحابة العامة)؛ كتشغيل تطبيقات أو خدمات إلكترونية (والتي قد يكون تملُّكها مكلفاً مادياً) على البيانات المخزنة في السحابة الخاصة. هذه الممارسة تخفِّف كثيراً من مستوى المخاطرة التي قد تتعرض لها البيانات الخاصة بالجهة المستفيدة، عن طريق تجنُّب تخزينها في السحابة العامة والاحتفاظ بها لديها في السحابة الخاصة.

إنَّ الطريقة المعتادة لتأسيس سحابة هجينة تكون بتهيئة سحابة خاصة أولاً، ثم يتم تعزيز القدرات التقنية لها باستخدام سحابة عامة. هذا التوجه من نماذج الإطلاق والنشر يهدف بشكل رئيسي إلى المحافظة على مميزات السحابة الخاصة مع استغلال القدرات التقنية الهائلة التي توفرها السحابة العامة. ويترتب على تأسيس وصيانة السحابة الهجينة العديدُ من التحديات والصعوبات؛ نظراً للتفاوت الكبير في بيئات السحابة التي تعمل بها، ولتعدُّد المسؤوليات الناجمة عن إدارة الموارد التقنية، والتي تتوزع بين مزود السحابة الخاصة ومزود السحابة العامة وضرورة التنسيق بينهما.

ومن الأمثلة الناجحة في استخدام السحابة الهجينة مُنتَج شركة آي ويب (iWeb)، والمُسمَّى هايبرد هوستينغ، والذي يجمع بين خصائص السحابتين العامة والخاصة، وتوظيف التقنية الافتراضية وتخصيص موارد تقنية للمستفيد، للحصول على حلول تقنية تتناسب ومتطلبات العملاء مع وجود مرونة كبيرة للتوسُّع والانكماش في استخدام الموارد بناءً على حاجة العميل (https://iweb.com/hybrid). يعرض الشكل رقم (٤-٦) نموذجاً توضيحياً للسحابة الهجينة.



شكل رقم (٤-٦): السحابة الهجينة

كما يتضح من الشكل رقم (٤-٦)، تعرِض السحابة الهجينة حلاً تكاملياً للجمع بين عدة شبكات منفصلة عن بعضها البعض (سحابة عامة وسحابة خاصة)، بما تحتويه من تطبيقات إلكترونية وقواعد بيانات وموارد تقنية أخرى. أحد التحديات التي تواجها المنظمات في عالم اليوم توفير حل تقني يسمح لمستخدمي المنظمة الواحدة من الموظفين بالنفاذ من داخل المنظمة وخارجها إلى البيانات والخدمات والتطبيقات الإلكترونية باستخدام أجهزة متنوعة؛ كالحواسيب المتنقلة، والهواتف الذكية، والحواسيب المكتبية. بروز هذا التحدي يُعزَى إلى سعي المنظمات إلى فرض إجراءات أمنية كافية تحمي مواردها التقنية، كالبيانات باستخدام الجدران النارية للتحكُّم في النفاذ والوصول المُقنَّن إلى الموارد. إلا أنه ومع ظهور السحابة الهجينة، أمْكَن التجسير بين الموارد الموزعة على عدة شبكات عن طريق قنوات اتصال مشفرة تسمح بتناقل البيانات وتشغيل التطبيقات والخدمات الإلكترونية فيما بينها مع المحافظة على استقلالية كل شبكة على حدة، وبالتالي المحافظة على إجراءاتها الأمنية، وباستخدام خاصية الدخول أو النفاذ الموحد على جميع الشبكات.

من الأمثلة الجيدة التي تُستخدَم لتوضيح فكرة السحابة الهجينة، أن تقوم شركة تجزئة تبيع منتجات متعددة على الإنترنت باستضافة بياناتها الحساسة على سحابة خاصة داخلية وفي الوقت نفسه تستخدم سحابة عامة، مثل قوقل درايف (Google Drive)، لتخزين بيانات أقل حساسيةً بغرض مشاركتها مع العملاء، على سبيل المثال، عدد كبير من صور المنتجات وبتباين عالٍ جداً. وتبرز أهمية تفعيل السحابة الهجينة عند الحديث عن معالجة البيانات الضخمة (Big Data)، كأن يكون لدينا شركة مبيعات قررت استخدام السحابة الهجينة لتخزين بياناتها الحساسة، وفي الوقت نفسه تستخدم خدمة الاستفسارات التحليلية (Analytical queries) الموجودة في السحابة العامة؛ بهدف الحصول على نتائج يمكن استخدامها في بيئة حاسوبية موزعة في عدة مواقع جغرافية.

سِمات السحابة الهجينة:

بالنظر إلى الخصائص الأساسية الخمس للحوسبة السحابية عموماً، والتي تطرقنا إليها في الفصل الثاني من هذا الكتاب، يُلاحَظ أن هناك تواجدًا لهذه الخصائص في السحابة الهجينة بمستوى مرتفع نسبياً لوجود سحابة عامة كأحد مكوناتها، ولكن هذا التواجد يقلُّ عن ذلك الموجود في السحابة العامة لوجود السحابة الخاصة كأحد مكوناتها أيضاً.

فيما يلي نستعرض أربع سمات بارزة تميز السحابة الهجينة عن غيرها من نماذج النشر والإطلاق للحوسبة السحابية. وهذه السمات هي:

(١) صرامة اتفاقية مستوى الخدمة (SLA):

في حالة السحابة الهجينة، عادةً ما تتميز هذه الاتفاقية بالصرامة لتواجد السحابة العامة كمكون رئيسي فيها، حيث يتم الاتفاق على البنود بين مزود السحابة العامة والمستفيد بما يضمن الحقوق والواجبات، تماماً كما هو الحال في السحابة العامة. وبمقارنتها بالسحابة الخاصة، فلا شك أن اتفاقية مستوى الخدمة في السحابة الهجينة تُعتبر أكثر صرامةً.

(٢) إمكانية التوسُّع والانكماش الآني:

السحابة الهجينة عبارة عن بيئة تقنية تحتوي على مكوّني السحابة العامة والسحابة الخاصة. وكما تطرقنا سابقاً، فإن إحدى سِمات السحابة العامة هي سهولة التوسُّع والانكماش الآني في قدرات وسِعات الخدمات السحابية، فبالتالي تصبح السحابة الهجينة مميزةً بإمكانية التوسُّع والانكماش الآني حسب الحاجة، بمساعدة من المكوّن فيها" السحابة العامة".

(٣) إدارة السحابة الهجينة أكثر تعقيداً:

على الرغم من أنها تجمع مميزات السحابتين الخاصة والعامة، إلا أنَّ السحابة الهجينة تجلب معها بعض التحديات المتعلقة بإدارتها بشكل فعَّال، حيث تبرز ضرورة الحاجة للتنسيق المستمر ومراقبة ومتابعة أداء كلٍّ من السحابة الخاصة والسحابة العامة، بالتنسيق مع مزود الخدمة، والتأكُّد من سلاسة جريان البيانات بين السحابتين واستمرارية الاتصال بين السحابتين أثناء تشغيل الخدمات السحابية.

(٤) مستوى جزئي من الأمان والخصوصية:

تفرض طبيعة التركيب المعماري للسحابة الهجينة المكوَّن من السحابة الخاصة والسحابة العامة مستوى أمنيًّا يقل عن السحابة الخاصة ويزيد عن السحابة العامة. إنَّ انفتاح السحابة الهجينة على العالم الخارجي عن طريق السحابة العامة لا يتواكب وإطلاق صفة الأمان والخصوصية الكاملة على السحابة الهجينة.

متى يكون تبنّي استخدام السحابة الهجينة ملائماً؟

يُقصد بملاءمة استخدام السحابة الهجينة الحالات التي يكون فيها توظيف هذه السحابة خياراً مناسباً للمنظمات المستفيدة، كما تشير إلى الظروف والبيئة الملائمة لتبنّي استخدام السحابة الهجينة، ومن ذلك على سبيل المثال:

- المنظمات الراغبة في سحابة تتمتع بمستوى من الأمان والخصوصية يفوق ذلك الموجود في السحابة العامة.
- المنظمات التي تمتلك قدرات ومهارات قادرة على إدارة مكونات السحابة الهجينة.
- المنظمات الراغبة في التحكم الكامل في بياناتها الحساسة في سحابة خاصة، وفي الوقت نفسه التوسُّع المرن الذي توفِّره السحابة العامة.
- المنظمات التي ترغب في البقاء على اطلاع بمستجدات التقنية ومواكبتها؛ لأنه باستخدام السحابة الهجينة يُتاح إمكانية إجراء اختبارات للتقنيات الجديدة التي تتيحها السحابة العامة؛ وبذا تتجنب المنظمة المستفيدة أن تكون مواردها التقنية باليةً في يوم من الأيام.

وعلى الجانب الآخر، فإنَّ خيار السحابة الهجينة يُعتبر خيارًا غير ملائم في الحالات التالية:

- المنظمات التي ليس لها ملاءة مالية لامتلاك سحابة خاصة ودفع رسوم خدمات السحابة العامة.
- المنظمات التي لا تمتلك قدرات ومهارات قادرة على إدارة مكونات السحابة الهجينة.
- المنظمات التي تضع أولوية قصوى جداً لأمن البيانات.

عند الحديث عن السحابة الهجينة، فإنه لا بد من التطرُّق إلى تسع نقاط مرتبطة ومُميِّزة لها عن غيرها من نماذج النشر والإطلاق الأخرى، وهذه النقاط هي على التوالي: الموقع الجغرافي، والأمان والخصوصية، والأداء، والشبكة، وإدارة السحابة، وصيانة السحابة، وإمكانية المشاركة وتعدُّد الاستخدام، واتفاقية مستوى الخدمة، والتشريعات والنزاعات. وسيتم التفصيل في توضيح كل نقطة من هذه النقاط على حِدة.

١. الموقع الجغرافي في السحابة الهجينة:

يشير الموقع الجغرافي في السحابة الهجينة تفصيلاً إلى المواقع الجغرافية لمكوناتها. لذا فإنَّ موقع مكوّن السحابة الخاصة يمكن أن يكون داخلياً (في نفس موقع المنظمة الخارجية) أو خارجياً (مستضافاً لدى مزود خدمة خارجي)، كما أن موقع السحابة العامة في كل الأحوال هو خارج موقع المنظمة المستفيدة؛ لذا يبرز معوق تناقل البيانات من المنظمة وإليها حسب موقع السحابة العامة، وإشكالية إخفاء الموقع الجغرافي لها بفعل توظيف التقنية الافتراضية في السحابة العامة.

٢. الأمان والخصوصية في السحابة الهجينة:

يظهر تهديد الأمان والخصوصية في السحابة الهجينة بفعل انفتاحها للعالم الخارجي من خلال السحابة العامة بغرض تعزيز القدرات التقنية، إلا أنَّ الاحتفاظ بالأصول الحساسة للمنظمة المستفيدة داخل حدود السحابة الخاصة يجعل من السحابة الهجينة ملاذاً أكثر أمناً من السحابة العامة.

٣. أداء السحابة الهجينة:

إنَّ تخصيص قدرات موارد السحابة الخاصة كمكوِّن رئيسي في السحابة الهجينة يزيد من فرص رفع مستوى الأداء فيها؛ لمحدودية عدد المستخدمين، وكذلك أعباء العمل الواردة من مستفيد واحد فقط، ويتم تعزيز هذا الأداء عند الحاجة بموارد لا محدودة توفِّرها السحابة العامة المرتبطة بالسحابة الهجينة. تبقى جودة وسرعة كل من الشبكة وقنوات الاتصال في كل السحابات المرتبطة عاملًا مهمًّا يحدد جودة الأداء بشكل عام.

٤. الشبكة في السحابة الهجينة:

بخلاف الحال في السحابة العامة، حيث يكون مزود خدماتها مسؤولاً عن أدائها وصيانتها، تقع مسؤولية شبكة السحابة الخاصة، المكوّن الرئيسي في السحابة الهجينة، وصيانتها على عاتق المنظمة المستفيدة، وكذلك تمتد مسؤوليتها إلى شبكة الإنترنت التي تصل بين شبكتي السحابة الخاصة والعامة، وتتحدد جودة أدائها بسرعة وسعة النطاق الترددي (bandwidth) الذي يختاره المستفيد للوصول للخدمات السحابية. ومع امتداد المسؤولية في السحابة الهجينة تزداد معها الأعباء المتوقعة لإدارة الشبكة.

٥. إدارة السحابة الهجينة:

يشمل نطاق مهام إدارة السحابة الهجينة إدارة كلٍّ من السحابة الخاصة والسحابة العامة المتصلة بها، ومن هذه المهام: مراقبة الموارد التقنية (كجدولتها وتزويدها

للمستفيد إما توسعاً أو انكماشاً)، وتحسين الموارد (كتعزيز دور الخوادم، أو تدعيم التعامل مع أعباء التخزين)، وحوكمة أعمال السحابة بشكل عام. فإذا كانت السحابة الخاصة خارجيةً فتُناط إدارتها بالطرف الخارجي المزود للخدمة، وإذا كانت داخليةً فهي من مسؤولية المنظمة المستفيدة. أما إدارة السحابة العامة فهي من مسؤولية الطرف الخارجي المزود لخدماتها.

٦. صيانة السحابة الهجينة:

يشمل نطاق مهام صيانة السحابة الهجينة صيانة كلٍّ من السحابة الخاصة والسحابة العامة المتصلة بها، ومن هذه المهام: القيام باستبدال الموارد التقنية المعيبة بموارد أخرى صالحة للاستخدام، وتحديث البرمجيات المُشغِّلة وتجديد رخصها وترقيتها عند الحاجة، وتركيب وتهيئة التجهيزات التقنية الجديدة. فإذا كانت السحابة الخاصة خارجيةً فتُناط صيانتها بالطرف الخارجي المزود للخدمة، وإذا كانت داخليةً فهي من مسؤولية المنظمة المستفيدة. أما صيانة السحابة العامة فهي من مسؤولية الطرف الخارجي المزود لخدماتها.

٧. إمكانية المشاركة وتعدُّد الاستخدام في السحابة الهجينة:

تتميز السحابة الخاصة، كمكوّن رئيسي في السحابة الهجينة، باقتصار خاصية المشاركة وتعدُّد الاستخدام لموارد السحابة على مستخدميها داخل المنظمة الواحدة، إلا أنّ انفتاحها على السحابة العامة في نموذج السحابة الهجينة يجلب معه مخاطرَ إساءة الاستخدام والاختراق من أفراد أو جهات مشاركة في السحابة العامة.

٨. اتفاقية مستوى الخدمة (SLA) في السحابة الهجينة:

تختلف عناصر اتفاقية مستوى الخدمة في محتواها وتأثيرها باختلاف نموذج إطلاق ونشر السحابة، ففي حالة السحابة الهجينة يزداد مستوى تعقيد هذه الاتفاقية وتفصيل بنودها، لشموليتها على نموذجي نشر وإطلاق اثنين: السحابة الخاصة، والعامة. ويزداد مستوى هذا التعقيد عندما تكون السحابة الخاصة-تحديداً-خارجيةً، إضافةً إلى ما تحتويه بنود اتفاقية السحابة العامة. وينبغي للمستفيد في كل الأحوال الأخذ بعين الاعتبار المواءمة بين اتفاقيتي مستوى الخدمة لكل من السحابة الخاصة والعامة، عندما يكون مزودا الخدمة مختلفَيْن.

٩. التشريعات والنزاعات في السحابة الهجينة:
ينبغي على الجهة المستفيدة الأخذ بعين الاعتبار تشريعات وقوانين الدولة المستضيفة للسحابة، سواءً كانت خاصة أو عامة، حيث إنَّ موقعي السحابة الخاصة الخارجية والسحابة العامة دائماً يكونان خارج الموقع الجغرافي للمنظمة المستفيدة؛ وبالتالي بروز إشكالية تتعلق بالموقع الجغرافي لموارد المنظمة المستفيدة، وضرورة التعرف على قوانين الدولة التي تتواجد فيها والالتزام بها. لذا يُنصح أن يكون الخيار الأول للمنظمة المستفيدة، في حال رغبت في تبنّي سحابة هجينة، بحيث يكون الموقع الجغرافي لمزود الخدمة هو ذات الموقع الجغرافي للمنظمة نفسها؛ تجنباً للوقوع في مشاكل قانونية تتعلق باحتمالية الإخلال بسرية وحماية بياناتها ومواردها التقنية.

تساعد النقاط المذكورة أعلاه على زيادة فهم طبيعة عمل السحابة الهجينة، والتعرف على سِماتها وتبعات الارتباط بخدماتها. تبرز أهمية التعرف على هذه التقنية مع رؤية العديد من الممارسين والمهتمين بشؤون الحوسبة السحابية؛ كبراين بات (٢٠١٥)، وإيسي بينشاول (٢٠١٧)، (Brian Butt, 2015; Issy Ben-Shaul, 2017)، اللذين يريان أن مستقبل الحوسبة يتجه نحو السحابة الهجينة؛ نظراً لظهور حلول تقنية تخفِّف من الصعوبات التي قد تعيق الإقدام على تبنيها. ومن هذه الحلول: (١) ظهور تقنيات تُسهِّل وتختصر الوقت اللازم لنقل البيانات من السحابة الخاصة إلى السحابة العامة والعكس، وتُسمَّى بتقنيات النقل القائم على التدفُّق (streaming-based migration)، و(٢) تكاثر الإستراتيجيات القائمة على وجود أكثر من مزود خدمة لسحابة عامة، رغبةً في توزيع الأعباء على أكثر من سحابة؛ الأمر الذي يعني سهولة تناقل البيانات والتطبيقات بين منصات متعددة لأكثر من سحابة عامة، و(٣) ظهور العديد من البرمجيات المختصة بعمل تكامل بين منصات مختلفة (كالسحابة الخاصة، والسحابة العامة). ومع ذلك، من الضروري للمنظمة المستفيدة التي تقدم على تبنّي السحابة الهجينة، النظر في اختيار مزود الخدمة المناسب لمتطلباتها. هناك العديد من المعايير التي يُستحسن الاستئناس بها قبل أن يقوم المستفيد باختيار مزود الخدمة، ومنها: تكلفة الاستخدام، ودرجة الأمان والخصوصية، وأداء السحابة، والصيانة، ومدى الالتزام باتفاقية مستوى الخدمة.

يوضح الجدول رقم (٤-٦) تفصيلاً لإيجابيات وسلبيات السحابة الهجينة.

جدول رقم (٤-٦): إيجابيات وسلبيات السحابة الهجينة

الإيجابيات	السلبيات
تجمع إيجابيات كلٍّ من السحابة الخاصة والسحابة العامة.	إدارة السحابة الهجينة أكثر تعقيداً من نظيراتها في نماذج النشر والإطلاق الأخرى.
إمكانية التوسُّع والانكماش الآني حسب الحاجة.	عدم نضج الوسائل التقنية التي تساعد في تناقل البيانات والتطبيقات بين السحابة الخاصة والسحابة العامة.
تتمتع السحابة الهجينة بمستوى من الأمان والخصوصية بشكل أفضل من السحابة العامة.	ارتفاع التكلفة المادية.
بوجود مكون السحابة العامة في السحابة الهجينة، تتوسع دائرة الوصول لمستخدمي المنظمة المستفيدة من أي مكان جغرافي.	إمكانية عدم التوافق بين منصات سحابية مختلفة (خاصة وعامة) قد يعيق نجاح عمل السحابة الهجينة.



الفصل الخامس

نماذج خدمات الحوسبة السحابية

يستعرض هذا الفصل نماذج خدمات الحوسبة السحابية، حيث يتمُّ تصنيف هذه الخدمات إلى ثلاثة أنواع أساسية وفقاً للنموذج المعياري لخدمات الحوسبة السحابية (SPI)، وهي: نموذج البنية التحتية كخدمة (IaaS)، ونموذج المنصة كخدمة (PaaS)، ونموذج البرمجيات كخدمة (SaaS). يتم التطرق لكل نوع من هذه الأنواع بشكل مفصَّل، حيث يتم تناول كل نموذج على حِدة من عدة جوانب: كطبيعة الخدمات والوظائف التقنية التي يقدمها كل نموذج مع إعطاء أمثلة لتلك الخدمات، ومكونات كل نموذج، والحالات التي يكون فيها استخدام خدمات النموذج ملائماً، وخصائص كل نموذج. يتخلل ذلك استعراض أبرز مزودي الخدمات في كل نموذج. يختتم هذا الفصل محتوياته بعمل مقارنة لنماذج الخدمات الثلاثة من حيث السلبيات والإيجابيات، ومن حيث مستويات التحكُّم في كل نموذج، وكذلك الأنشطة المُمارسة في كل نموذج.

١/٥ مقدمة:

تُمكِّن الحوسبة السحابية المستفيدين من الوصول إلى تجمُّع كبير من الموارد الحاسوبية، تشمل الحجم المطلوب من القدرة الحاسوبية، والنطاق الشبكي المستهدف، والسعة التخزينية، وقواعد البيانات، والتطبيقات الإلكترونية، بالإضافة إلى مواردَ أخرى. ويمكن لمزود الخدمة عرض خدمات التحكم والوصول إلى هذه الموارد الحاسوبية بناءً على حاجة ورغبة المستفيد النهائي من الخدمة. على سبيل المثال، يحدِّد المستفيد حاجته من البنية التحتية كخدمة (IaaS)؛ كالقدرة الحاسوبية المطلوبة (عدد وحدات المعالجة المركزية CPUs)، وعدد وسعة وحدات التخزين المطلوبة (وتُقاس بوحدة القياس GB أو TB)، والنطاق الشبكي المستهدف حيث يتم تحديد العدد المطلوب من الموجهات (routers) والمبدلات (switches) والجسور (bridges) ومُوازِن الأحمال (load balancer) الذي يوزِّع الطلبات الواردة على الموارد الحاسوبية بشكل متوازن؛ يُسمَّى هذا النوع من الخدمات بخدمات البنية التحتية (IaaS). كما يمكن أن يعرض مزود الخدمة خدماته السحابية على شكل أدوات تطوير التطبيقات لتُمكِّن المستفيد من تطوير تطبيقاته عبر الإنترنت باستخدام أنواع

متعددة من لغات البرمجة والمترجمات والمفسرات، كذلك يمكن أن تكون الخدمة على شكل ترخيص استخدام أنظمة تشغيل متعددة (Windows, Linux, IOS) بإصدارات حديثة أو حتى قديمة، أو إتاحة استخدام أنظمة إدارة قواعد بيانات متعددة (Oracle, MySQL, MsAccess)؛ يُسمَّى هذا النوع من الخدمات بخدمات المنصة كخدمة (PaaS). وأخيراً يمكن أن تكون الخدمات السحابية عبارة عن تطبيقات جاهزة لاستخدام المستفيد النهائي، مثل: تطبيق البريد الإلكتروني، وتطبيق لوحة التحكم (Dashboard)، وعرض مجموعة واجهات مستخدم معينة تساعد على الوصول إلى تطبيقات أخرى للمستفيد، وتطبيق استخراج تقارير (Reports) من بيانات المستفيد؛ تُسمَّى هذه الخدمات السحابية المقدَّمة بخدمات منصة البرمجيات كخدمة (SaaS).

يأتي اختلاف توجهات ومتطلبات أعمال المنظمات، وتنوُّع أصناف العملاء؛ كالمستفيد النهائي ومطور التطبيقات وأخصائيي تقنية المعلومات، دافعاً لضرورة تصنيف الخدمات السحابية. لذا، يتيح مزودو الحوسبة السحابية خدماتهم للمستفيدين بناءً على نماذج مختلفة، ومن أشهرها النموذج المعياري الذي يقدمه المعهد الوطني للمعايير والتقنية (NIST)، والمعروف اختصاراً بنموذج (SPI)، والذي يعني خدمة-منصة-بنية تحتية (Service-Platform-Infrastructure). يتكون هذا النموذج من ثلاث طبقات متجاورة بشكل رأسي، كما يوضح الشكل رقم (٥-١) أدناه، وهي من الأعلى إلى الأسفل: (١) طبقة البنية التحتية كخدمة (IaaS – Infrastructure as a Service)، و(٢) طبقة المنصة كخدمة (PaaS – Platform as a Service)، وأخيراً (٣) طبقة البرمجيات كخدمة (SaaS – Software as a Service). يتم استخدام هذا النموذج بشكل أساسي لتوضيح كيفية توزيع الخدمات التي تتيحها الموارد الحاسوبية الموظَّفة في الحوسبة السحابية بشكل نظري أو تجريدي يسهل معه فهم طبيعة الخدمات المقدمة وتصنيفها. تُقدِّم كل طبقة مجموعة من الخدمات السحابية من قِبَل مزود خدمة واحد أو أكثر؛ وبناء عليه فإنه لا يعني بالضرورة تصوير هذه الخدمات بشكل متتالٍ ورأسي أن يرتبط استخدام طبقة معينة باستخدام طبقة أخرى بالنسبة للمستفيد من الخدمات، فعلى سبيل المثال: من الممكن أن يتم تزويد خدمات البرمجيات كخدمة (SaaS) بشكل مباشر دون استخدام خدمات طبقتي المنصة كخدمة (PaaS) والبنية التحية كخدمة (IaaS) من نفس المزود، وبالطريقة نفسها يمكن لمستفيد أن يقوم بتشغيل برنامج ما على طبقة البنية التحية كخدمة (IaaS)، وبشكل مباشر دون الحاجة لإنشاء برمجية كخدمة (SaaS) تساعد في تنفيذ البرنامج. وعلى الرغم من ذلك، فإنه بالنسبة

لمزود الخدمة، قد يكون هناك ارتباط بين هذه الطبقات واعتمادها على بعضها البعض في حال كان تزويد خدمات تلك الطبقات من نفس مزود الخدمة.

طبقة البرمجيات كخدمة (SAAS)	واجهات المستخدم User Interface	لوحة البيانات Dashboard
	البريد الإلكتروني Email App	التقارير Reports
طبقة المنصة كخدمة (PAAS)	أنظمة التشغيل OS	لغات البرمجة Prog. Lang.
	قواعد البيانات Databases	برمجيات المراقبة Monitoring
طبقة البنية التحتية كخدمة (IAAS)	الخوادم Servers	الشبكة Network
	موازن الأحمال Load Balancer	مخازن البيانات Storage Disks

شكل رقم (٥-١): نماذج خدمات الحوسبة السحابية

يتم تداول مصطلحات النموذج المعياري لخدمات الحوسبة السحابية (*SPI*)، المكوّن من ثلاث طبقات أساسية IaaS، وPaaS، وSaaS، على نطاق واسع في المجتمعات التقنية الموظِّفة للحوسبة السحابية. ولأن الحوسبة السحابية أصبحت من التقنيات المهيمنة حالياً في عالم تقنية المعلومات، ونظراً للاستخدام المتزايد لخدماتها الأساسية؛ يدرك المستفيد بمختلف تصنيفاته مدى أهمية وفوائد خدمات محددة دون غيرها، مثل خدمات الشبكة والتخزين وقواعد البيانات. نتيجةً لذلك، فقد تطوَّرت توقعات المستفيد وأصبحت أكثر عمقاً، فقد تصل هذه التوقعات إلى أن يتم عرض خدمات مُخصَّصة وفردية (customized and individual services) من قِبل مزودي الخدمة؛ الأمر الذي جعل مقدمي الخدمة يفكرون في تقديم خدمات منفصلة تلبِّي متطلبات المستفيد. وقد بدأ بالفعل العديد من مزودي

الخدمات السحابية في عرض خدمات منفصلة ذات علاقة وثيقة بالشبكة وسطح المكتب وقاعدة البيانات والتخزين، وبمسميات أكثر تخصيصاً، مثل: الشبكة كخدمة (Network as a Service)، وسطح المكتب كخدمة (Desktop as a Service)، والتخزين كخدمة (Storage as a Service)، وقواعد البيانات كخدمة (Database as a Service)، والبيانات كخدمة (Data as a Service)، والأمان كخدمة (Security as a Service)، والمصادقة كخدمة (Identification as a Service)، وكل شيء كخدمة (XaaS)، يستعرض الجدول رقم (٥-١) تعريفاتٍ لأشهر هذه الخدمات السحابية المتخصصة.

جدول رقم (٥-١): تعريفات بعض الخدمات السحابية المتخصصة

الخدمة السحابية المتخصصة	تعريفها
الشبكة كخدمة (Network as a Service)	هي خدمة سحابية تتيح للمستفيد إمكانية التعامل مع خدمات الشبكة الافتراضية والوصول إليها، حيث تتيح هذه الخدمة لأخصائيي الشبكات إمكانية إنشاء شبكات افتراضية، وبطاقات واجهات الشبكة (NIC)، والموجهات الافتراضية (virtual routers)، والمبدلات الافتراضية (virtual switches)، بالإضافة إلى مكونات أخرى للشبكة.
سطح المكتب كخدمة (Desktop as a Service)	هي خدمة سحابية تتيح للمستفيد إمكانية استخدام سطح مكتب افتراضي دون الحاجة أن يقوم المستفيد بشراء أو إدارة البنية التحتية لسطح المكتب. في هذه الخدمة يكون مزود الخدمة مسؤولاً عن تخزين البيانات، والنسخ الاحتياطي، والأمان، وترقية البرمجيات؛ في حين يكون المستفيد مسؤولاً عن إدارة سطح المكتب نفسه وتطبيقاته.
التخزين كخدمة (Storage as a Service)	هي خدمة سحابية تتيح للمستفيد إمكانية تخزين بياناته على وسائط يتيحها مزود الخدمة. تسمح هذه الخدمة للمستفيد الوصول لملفاته في أي وقت، ومن أي موقع جغرافي، باستخدام أي جهاز إلكتروني مناسب.

الخدمة السحابية المتخصصة	تعريفها
قواعد البيانات كخدمة (Database as a Service)	هي خدمة سحابية تتيح للمستفيد إمكانية الوصول إلى قواعد البيانات دون الحاجة أن يقوم بتثبيتها أو صيانتها. ويُترك أمر الصيانة والتثبيت لمزود الخدمة. يُمكن للمستفيد الوصول مباشرةً إلى الخدمة وبالتالي الدفع طبقاً للاستخدام، كما يُمكن للمستفيد الوصول إلى خدمات قواعد البيانات من خلال أي واجهة تطبيقات برمجية (API) مناسبة أو من خلال واجهات مستخدم عنكبوتية (UI) يتيحها مزود الخدمة.
البيانات كخدمة (Data as a Service)	هي خدمة سحابية يتيحها مزود الخدمة للمستفيد بناءً على طلبه، للوصول إلى البيانات عبر شبكة الإنترنت. قد تكون البيانات على شكل نصوص، أو صور، أو أصوات، أو مقاطع فيديو.
الأمان كخدمة (Security as a Service)	هي خدمة سحابية يتيحها مزود الخدمة للمستفيد بناءً على طلبه، لاستخدام خدمات الحماية والوقاية والأمان، مثل: خدمة المصادقة (authentication)، وخدمة البرمجيات المضادة للفيروسات (antivirus)، وخدمة مكافحة البرمجيات الخبيثة (antimalware)، وخدمة مكافحة برامج التجسس (spyware)، وخدمة كشف التسلل (intrusion detection)، وخدمة إدارة عمليات الأمان. أبرز مزودي خدمة الحماية والأمان كخدمة سحابية: سيسكو (Cisco)، وماكافي (McAfee)، وبرمجية باندا (Panda)، وسيمانتك (Symantec)، وترند مايكرو (Trend Micro)، وفيري ساين (VeriSign).

الخدمة السحابية المتخصصة	تعريفها
المصادقة كخدمة (Identification as a Service)	هي خدمة سحابية يتيحها مزود الخدمة لمنظمة مستفيدة بناءً على طلبها، بغرض إدارة هويات منسوبيها دون تحمُّل تكاليف إضافية. تشتمل خدمة المصادقة على خدمات الدليل (directory)، وخدمة النفاذ الموحد (single sign-on)، وخدمة مراقبة المخاطر، وخدمة إدارة الملف الشخصي والهوية.
كل شيء كخدمة (Everything as a Service - XaaS)	مصطلح شامل يشير إلى مجموعة واسعة من الخدمات والتطبيقات السحابية المتاحة للمستفيد بناء على الطلب عبر شبكة الإنترنت، مثل: النسخ الاحتياطي كخدمة (Backup as a Service)، والاتصالات كخدمة (Communication as a Service)، والتعافي من الكوارث كخدمة (Disaster as a Service)، والاختبارات كخدمة (Testing as a Service)، والجدران النارية كخدمة (Firewalls as a Service)، والشبكة الخاصة الافتراضية كخدمة (VPN as a Service)، وموازن الأحمال كخدمة (Load Balancer as a Service)، والمراقبة كخدمة (Monitoring as a Service)، إضافةً إلى العديد من الخدمات السحابية الأخرى المتخصصة.

٢/٥ نموذج البنية التحتية كخدمة (IaaS):

قبل الشروع في وصف البنية التحتية كخدمة (IaaS) كمصطلح مصاحب للحوسبة السحابية، يحسُن التطرُّق إلى التقنية الافتراضية بوصفها مكوِّناً أساسياً في البنية التحتية كخدمة. فقبل ظهور التقنية الافتراضية كان من المعتاد أن يتم تخصيص قدرات المورد الحاسوبي الواحد (خادم، مخزن، شبكة) لأداء مهام محددة في أوقات معينة لمستفيد واحد في مركز البيانات الخاص به، مع عدم إمكانية استغلال هذا المورد الحاسوبي لأداء مهام أخرى في أوقات أخرى، ولمستفيدين آخرين؛ وبذا تنتفي إمكانية مشاركة قدرات هذا المورد خلال أوقات ركوده (أوقات عدم تخصيص مهام له). ومع ظهور الحوسبة السحابية وتوظيف

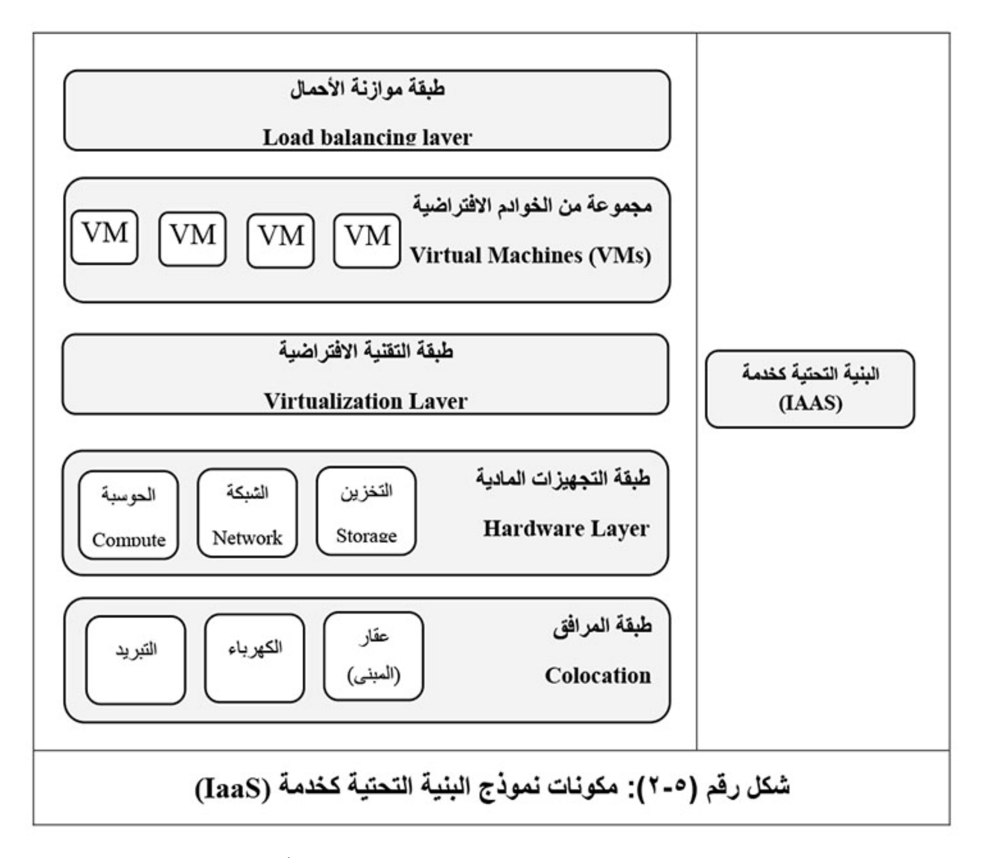
التقنية الافتراضية، كطبقة وسيطة تعلو طبقة البنية التحتية التقنية، أصبح التعامل مع هذه البنية افتراضياً بشكلٍ غير مباشر، مروراً بطبقة وسيطة تُسمَّى بالطبقة الافتراضية. إنَّ التحوُّل من التعامل المباشر مع البنية التحتية إلى التعامل غير المباشر في بيئة الحوسبة السحابية عبر واجهات برمجية سهلة الاستخدام قد حفَّز الكثير من المنظمات الصغيرة والمتوسطة التي لا تستطيع تحمُّل تكاليف شراء أجهزة ومعدات التجهيزات المادية على اقتناء موارد البنية التحتية التقنية كخدمة سحابية مدفوعة الثمن حسب مقدار الاستخدام، وفي ظرف دقائق معدودة عبر شبكة الإنترنت. وبشكل عام، هناك ثلاثة مبادئ أساسية مكَّنت من تغيير مفهوم التعامل مع طبقة البنية التحتية، وهذه المبادئ هي: التقنية الافتراضية، وتقنية توزيع الأحمال، وإمكانية التزويد بالموارد الحاسوبية حسب الطلب. تهدف التقنية الافتراضية بشكل عام إلى زيادة الانتفاع من الموارد الحاسوبية، وتسمح بمشاركة نفس المورد التقني بين العديد من المستفيدين، وتساعد على إعطاء مستويات مختلفة لمبدأ إخفاء تفاصيل التعامل المباشر مع الموارد التقنية المتاحة بالنسبة للمستفيد وترك ذلك لمزود الخدمة.

لقد غيَّر نموذج خدمات البنية التحتية كخدمة (IaaS) مفهوم الحوسبة عموماً من التعامل المباشر مع البنية التحتية المادية إلى التعامل غير المباشر مع البنية التحتية الافتراضية، حيث تتيح البنية التحتية كخدمة (IaaS) للمستفيد إمكانية الاستفادة من القدرات الحاسوبية الأساسية؛ كالمعالجة الحاسوبية (compute) والتخزين (storage) والشبكات (network) والخوادم (servers)، والتي يقدمها مزود الخدمة بناءً على مبدأ الدفع حسب الاستخدام. كما يتيح هذا النموذج للمستفيد مستوى أعلى من الإدارة والتحكم في الموارد السحابية المادية مقارنةً بنموذجي البرمجيات كخدمة (SaaS) والمنصة كخدمة (PaaS). يشمل ذلك التحكم في أنظمة التشغيل التي يريدها ويخصصها المستفيد، والتحكم في خوادم التخزين، والتحكم في التطبيقات البرمجية التي تعمل عليها، ومستوى أقل من التحكم في مكونات الشبكة (كالجدران النارية). كما يمكن للمستفيد التوسُّع في مستويات وكميات هذه المكونات بالزيادة أو التخفيض بناءً على متطلباته، والتي يمكن أن تتغير عبر الزمن. يبقى أمر الإشراف والاستضافة والصيانة والترقية لكل هذه الموارد السحابية المادية من مسؤولية مزود الخدمة؛ مما يتيح للعميل التركيز على إنجاز مهامه فقط. ومن الأمثلة على خدمات البنية التحتية كخدمة (IaaS): خدمة الويب من أمازون (Amazon Web Services - AWS)، وخدمة سيسكو ميتابود (Cisco Metapod)، وخدمة مايكروسوفت أزور

(Microsoft Azure)، وخدمة محرك الحوسبة من قوقل (Google Compute Engine - GCE)، وخدمة جوينت (Joyent).

١/٢/٥ مكونات البنية التحتية كخدمة (IaaS):

تتكون طبقة البنية التحتية كخدمة (IaaS) من خمس طبقات فرعية، هي من الأسفل إلى الأعلى: طبقة المرافق (Colocation)، وطبقة التجهيزات المادية (Hardware)، وطبقة التقنية الافتراضية (Virtualization)، وطبقة الخوادم الافتراضية (Virtual Machines)، وطبقة موازَنة الأحمال أو الأعباء (load balancing layer). انظر الشكل رقم (٥-٢).



شكل رقم (٥-٢): مكونات نموذج البنية التحتية كخدمة (IaaS)

تمتد خدمات طبقة المرافق من العقار أو المبنى الذي سيضمُّ مركزَ (أو مراكز البيانات في حال وجود أكثر من موقع) إلى الطاقة الكهربائية، ونظامًا فعَّالاً من التبريد، ونظاماً موثوقاً

من الربط الشبكي. قد يكون من غير المناسب إطلاق مسمى خدمات سحابية على هذه المكونات إلا أن التطرق إليها يُعزى إلى أهميتها كمكوّن أساسي لتشغيل الخدمات السحابية التي تقدِّمها طبقة البنية التحتية كخدمة (IaaS).

يُفضَّل عند اختيار المبنى أو العقار أن يكون شاسعاً بما فيه الكفاية لضم المكونات المادية والتجهيزات التقنية لمراكز البيانات في الوقت الراهن والمستقبلي. كما ينصح مختصو مراكز البيانات أن يكون المرفق مُهيَّأً للوصول الأمثل لخدمات ضرورية؛ كالكهرباء، والربط الشبكي. وحيث إنَّ وجود تيار كهربائي مستمر يُعتبَر أمراً حرجاً، فمن المهم لمراكز البيانات وجود عدة مصادر للكهرباء تضمن استمرارية التزود بالطاقة حتى في حال وجود الأعطال. لذا نجد أنَّ معظم مراكز البيانات تحتوي على مولدات كهربائية تعمل بشكل ذاتي بمجرد انقطاع التيار الكهربائي عن المركز، وتضمن استمرارية تشغيل الوظائف المهمة لمركز البيانات عند حدوث العُطل الكهربائي. إضافةً إلى ذلك، من الضروري تصميم نظام تبريد فعّال داخل مركز البيانات يضمن تدوير الهواء البارد داخل الرفوف والدواليب المحتوية على المعدات والتجهيزات التقنية، وتحت أرضية مركز البيانات وفوق سقفه المحتوي على شبكة الأسلاك الكهربائية والتوصيلات الشبكية. تنصح الجمعية الأمريكية مهندسي التدفئة والتبريد والتكييف (ASHRAE) بالمحافظة على درجة حرارة تتراوح بين ٢٠ و٢٥ درجة مئوية. من جانب آخر، من المهم أن يعتني مُشغِّل مركز البيانات بوجود ربط شبكي متعدد مع عدة مزودين لخدمة الوصول لشبكة الإنترنت؛ لضمان استمرارية الوصول الافتراضي من مركز البيانات وإليه من قِبَل المستفيدين في حال انقطاع الخدمة المزوَّدة من قِبَل أحد مزودي خدمة الإنترنت. هناك العديد من الاعتبارات المهمة الأخرى التي يجدر الاهتمام بها؛ كوجود نظام إطفاء حريق مُحكم، وإجراءات صارمة للتعامل مع الكوارث الطبيعية كالفيضانات والزلازل، ووجود نظام أمني لضمان حماية الممتلكات ومَنْع الدخول غير المصرَّح به.

في المستوى التالي من طبقة البنية التحتية كخدمة (IaaS) تأتي الطبقة الفرعية التي تحتوي على التجهيزات المادية (hardware). تشتمل هذه الطبقة على تشكيلة واسعة من الأجهزة والمعدات؛ كالخوادم، ووسائط التخزين، والذاكرة الرئيسية، والشبكات بمكوناتها المتعددة كالأسلاك والتوصيلات والموجهات والمبدلات والجسور. يتم تنظيم هذه التجهيزات التقنية في صفوف من الخوادم مركَّبة داخل رفوف خزانات مصممة لهذا الغرض. من أشهر المواصفات المستخدمة في تنظيم هذه الخزانات وما يمكن أن يُوضَع فيها ما يُسمَّى بمواصفات

التحالف الصناعي الإلكتروني (EIA-310-D)، التي تُحدِّد بدقة مواصفات ومتطلبات الأجهزة والمعدات التقنية التي يمكن تركيبها داخل هذه الخزانات.

تأتي بعد ذلك الطبقة الافتراضية (virtualization layer) كطبقة وسيطة تنظِّم عمل الطلبات الواردة إلى طبقة التجهيزات المادية (hardware)، عن طريق تقسيم الموارد الحاسوبية في طبقة التجهيزات المادية إلى مجموعة متعددة من الموارد الافتراضية التي تسمح بمشاركة الطلبات الواردة في استخدام الموارد الحاسوبية. إضافةً إلى ذلك تساعد هذه الطبقة على إعطاء مستويات مختلفة لمبدأ إخفاء تفاصيل التعامل المباشر مع الموارد الحاسوبية المتاحة بالنسبة للمستفيد وترك ذلك لمزود الخدمة. لذا فإن مزود الخدمة يقدم خدماته السحابية للمستفيد على شكل خادم افتراضي (Virtual Machine – VM). يتم إنشاء خادم افتراضي واحد لكل خدمة، وبمواصفات ووظائف يخصصها مزود الخدمة حسب متطلبات المستفيد. يختلف مدى معرفة كل خادم افتراضي للمستويين الظاهر والمخفي من الموارد الحاسوبية في طبقة التجهيزات المادية حسب المنهجية المستخدمة في التقنية الافتراضية. هناك ثلاث منهجيات في التقنية الافتراضية، وهي: (١) الافتراضية الكاملة (full virtualization)، و(٢) الافتراضية الجزئية (para-virtualization)، و(٣) الافتراضية المُمكَنة بالتجهيزات المادية(hardware virtualization) . يكمن الاختلاف الرئيسي بين هذه المنهجيات في مدى تعرُّف الخادم الافتراضي المُشغِّل لطلب وارد باستخدام التقنية الافتراضية من عدمه، وبمدى توفُّر المعلومة عن التجهيزات المادية المتاحة. يمكن تطبيق التقنية الافتراضية في طبقة البنية التحتية التقنية على كل التجهيزات المادية المتعلقة بالشبكة (مثل VPN وVLAN)، أو مخازن البيانات (مثل disks وmemory)، أو الحوسبة (مثل المعالجات-CPUs)، أو موازنات الأحمال (load balancers).

على قمة النموذج الموضح في الشكل رقم (٥-٢)، تأتي طبقة موازَنة الأحمال (load balancing layer)، التي تُعنَى بموازنة أعباء وأحمال المهام الواردة لطبقة التجهيزات المادية. تقوم هذه الطبقة بتوزيع طلبات التطبيقات الإلكترونية الواردة إلى الموارد المستهدفة (كالخوادم) بشكل متساوٍ وأوتوماتيكي. يخفِّض توظيف هذه الخدمة من سلبيات الاستخدام المفرط والتركيز على مورد واحد أو أكثر، وكذلك يتيح استغلال موارد أخرى لا يتم استخدامها بشكل كافٍ.

٢/٢/٥ الخدمات السحابية في البنية التحتية كخدمة (IaaS):

تُصنّف الخدمات السحابية التي يمكن أن تقدمها طبقة البنية التحتية كخدمة إلى ثلاثة أصناف: خدمات الحوسبة (compute services)، وخدمات التخزين (storage services)، وخدمات الاتصال (connectivity services).

يمكن أن يتيح مزود الخدمة للمستفيد خادمًا افتراضيًا أو أكثر ليمكّنه من تشغيل تطبيقاته وإنجاز أعماله، وتُسمَّى هذه بخدمات الحوسبة. كما يمكن لمستفيد استغلال خدمات التخزين لحفظ بياناته بشكل دائم عن طريق شراء خدمات التخزين. وأخيراً، هناك العديد من الخيارات المتاحة للمستفيد للتوسُّع في خدمات الاتصال بغرض تناقل بياناته. ونستعرض فيما يلي وصفاً لكلٍّ من الخدمات السحابية الثلاث.

خدمات الحوسبة (Compute Services):

تشير خدمات الحوسبة، وفي بعض الأحيان تُسمَّى بخدمات الخوادم (servers)، إلى الخدمات التي يتم فيها إتاحة الموارد الحاسوبية (تخصيص وحدات المعالجة المركزية CPUs، أو تخصيص خوادم افتراضية أو مادية) بناءً على طلب المستفيد، ويكون الدفع لها حسب الاستخدام. يصاحب اقتناء هذه الخدمة إعطاء المستفيد حداً أدنى من مساحة للتخزين وقنوات للمدخلات والمخرجات، على أنه يمكن للمستفيد التوسُّع في كميات وسعات التخزين والقنوات حسب متطلباته. يصنِّف بعض الممارسين خدمات الحوسبة أو الخوادم إلى ثلاثة أصناف حسب طريقة تخصيصها، وهذه الأصناف هي: الحوسبة الفعلية، والحوسبة الافتراضية الموجهة، والحوسبة الافتراضية المشتركة. عند تخصيص حوسبة فعلية للمستفيد فيعني ذلك أنه يتم تخصيص الجهاز المادي المَعْنِي (كالخادم) بكامله لذلك المستفيد. يتم في الحوسبة الافتراضية الموجهة تخصيص تجهيزات مادية افتراضية مزوّدة بأداة برمجية تُسمَّى (hypervisor)، التي تقوم بمراقبة البيئة الافتراضية والتعامل معها، بحيث يمكن للمستفيد تشغيل أنظمة تشغيل متعددة وتعظيم استغلاله لقدرات الجهاز المادي المخصص الذي قد لا يقتصر على خادم واحد. وفي الصنف الثالث، الحوسبة الافتراضية المشتركة، يتم إتاحة تجمُّع واسع من الموارد الحاسوبية الافتراضية المشتركة بين عدد من المستفيدين، بحيث لا يمكن للمستفيد تمييز أو تحديد في أي جهاز مادي أو خادم يتم تشغيل تطبيقاته عليه، أو حتى ما هي التطبيقات الأخرى التي تتشارك معه في استخدام الخادم المادي المخصص.

يمكن الوصول إلى خدمات الحوسبة من خلال وحدة تحكم على الويب على شكل واجهات رسومية للمستخدم (GUI) بغرض الإدارة والمراقبة والتحكم في مستويات الخدمة تمدداً أو انكماشاً. كما يُتاح للمستفيد واجهات برمجية لعدد من لغات البرمجة (مثل Java وPython)، بحيث تسمح للمطورين الوصول إلى خدمات الحوسبة وإدارتها برمجياً عند الحاجة. باستخدام التقنية الافتراضية، يتم تزويد الموارد الحاسوبية للمستفيد على شكل خادم افتراضي (virtual machine – VM)، انظر الشكل رقم (٥-٢). يقوم مزود الخدمة بإنشاء الخادم الافتراضي وتهيئته وإتاحته للمستفيد الذي يستخدمه للتعامل مع الموارد الحاسوبية الافتراضية عن طريق الطبقة الوسيطة" الطبقة الافتراضية". الخادم الافتراضي عبارة عن كائن برمجي يحتوي على مواصفات يحددها مزود الخدمة حسب طلب المستفيد، وعلى مجموعة وظائف مخولة بالتعامل مع الموارد الحاسوبية الافتراضية، مثل: أنظمة التشغيل، وخوادم التطبيقات والتطبيقات البرمجية. ويمكن إنشاء حالات أو نسخ (instances) متعددة من الخادم الافتراضي تختلف عن بعضها البعض في المواصفات والوظائف المناطة به.

تتميز خدمات الحوسبة بمميزات عديدة، أبرزها أنها قابلة للتوسُّع (scalable)، ومرنة (flexible)، وآمنة (secure)، وذات تكلفة فعّالة. فهي قابلة للتوسُّع؛ لأنها تسمح للمستفيد بالحصول على أي عدد من الخوادم الافتراضية حسب الطلب، ويمكن زيادة وتخفيض عدد وحدات المورد الحاسوبي المستهدف (CPU) بناءً على الطلب، وحسب مستويات عبء العمل المناط بالمورد الحاسوبي المستهدف. ويمكن للمستفيد تعريف إجراءات تسمح بالتوسُّع الذاتي تمدداً أو انكماشاً لخدمات الحوسبة، بحيث تكون هذه الإجراءات مرتبطة بمقاييس تخصُّ المورد الحاسوبي المستهدف (مقدار استخدام وحدة المعالجة المركزية – CPU، أو مقدار استخدام الذاكرة الرئيسية – memory)، فعند تخطي حدود معرَّفة مسبقاً يتم تشغيل التوسُّع الذاتي تمدداً أو انكماشاً. كما أنَّ خدمات الحوسبة مرنة؛ لأنها توفِّر تشكيلة واسعة من الخيارات من الخوادم الافتراضية (VMs) المخولة بالتعامل مع الموارد الحاسوبية التي تختلف عن بعضها البعض في عدد الحالات المنشأة منها، وفي نوع نظام التشغيل المصرَّح لها بالعمل عليه، وفي المنطقة الجغرافية التي تعمل فيها، وفي النطاق الزمني (time zone) الذي تعمل فيه. كما أن خدمات الحوسبة تُعتبر آمنة؛ لأنها توفِّر مميزات متعددة تتحكم في الوصول إلى نُسخ أو حالات الخوادم الافتراضية التي تتعامل مع الموارد الحاسوبية، ومن أمثلة هذه الميزات: توفُّر مجموعات أمنية وقوائم تحكم، ووجود جدران

نارية للشبكة. يستطيع المستخدم الاتصال بشكل آمن في نُسخ الخادم الافتراضية باستخدام البروتوكول الأمني (SSH) عن طريق آلية مصادقة موثوقة مثل OAuth، أو باستخدام شهادات أمنية وزوج من المفاتيح العامة والخاصة تُسمَّى (keypairs). الميزة الأخير لخدمات الحوسبة أنها خدمات ذات تكلفة فعّالة؛ إذ إنَّها توفِّر خيارات متعددة للفوترة، مثل الدفع حسب استخدام النسخة الافتراضية من الخادم التي يتم احتسابها بالساعة الواحدة، أو النسخ المحجوزة التي يتم حجزها مقدماً والدفع مقدماً أيضاً لها.

هناك ثلاثة أمثلة مشهورة لخدمات الحوسبة، وهي: أمازون إي سي ٢ (Amazon EC2)، وقوقل كمبيوت إنجين (Google Compute Engine – GCE)، وويندوز أزور فيرتشوال ماشين (windows Azure Virtual Machines). ونظراً لتشابه عمل هذه الخدمات الثلاث، يتم الاكتفاء بوصف الأولى منها. تشير خدمة الحوسبة أمازون إي سي ٢ (Amazon EC2) إلى المصطلح Elastic Compute Cloud، ويعني سحابة الحوسبة القابلة للتمدد. تشكِّل هذه الخدمة السحابية الجزء الرئيسي لمنصة الحوسبة السحابية الخاصة بأمازون. وتسمح هذه الخدمة للمستفيد باستئجار خوادم افتراضية لتشغيل تطبيقاته الإلكترونية عليها. وتشجِّع خدمة EC2 على النشر القابل للقياس والتطوير للتطبيقات الإلكترونية عن طريق إتاحة خدمة يستطيع المستفيد من خلالها إنشاء نسخة خادم افتراضي (Virtual Machine Instance)، يمكن أن تحتويَ على أي برمجية يريدها المستفيد. ويستطيع مستخدم هذه النسخة إنشاء وإطلاق وإنهاء أي عدد من الخوادم الافتراضية بناء على طلبه، ويقوم بدفع الأجر مقابل الاستخدام بالساعة؛ لذلك تُوصف هذه الخدمة بالمرنة. يستطيع مستخدم خدمة EC2 أن يختار ويتحكم في الموقع الجغرافي لكل نسخة يقوم بإنشائها؛ مما يُحسِّن الأداء ويرفع مستوى الإتاحة.

خدمات التخزين (Storage Services):

تسمح خدمة التخزين السحابية بتخزين واسترجاع أي كمية من البيانات في أي وقت، ومن أي مكان في العالم، وباستخدام أي جهاز إلكتروني مُهيَّأ لذلك، من خلال الشبكة العنكبوتية. تتعامل خدمات التخزين السحابية مع أجهزة تخزين سحابية افتراضية قابلة للتوسُّع المتزايد تماشياً مع آلية الدفع حسب الاستخدام. يتم تنظيم البيانات داخل أجهزة التخزين السحابية على شكل وحدات منطقية من مخازن البيانات، مثل:

- الملفات (files): مجموعة من البيانات المجمَّعة داخل ملفات موجودة في مجلدات (folders).
- كتل بيانات (blocks): أقل مستوى من التخزين والأقرب للتجهيزات المادية. تُعتبَر الكتلة الواحدة أصغر وحدة من البيانات التي يمكن الوصول لها بشكل منفرد.
- مجموعة بيانات (datasets): مجموعة من البيانات التي يتمُّ تنظيمها على شكل جدول، أو تكون مفصولة بحدود (delimited)، أو على شكل سجل بيانات.
- كائن بيانات (object): عبارة عن بيانات مرتبطة مع بياناتها الواصفة لها (metadata)، بحيث يتم تنظيمهما كموارد منشأة للتعامل مع الشبكة العنكبوتية (web-based resources).

تتصف خدمات التخزين السحابية بأنها بناءً على الطلب، ويتم الدفع مقابل استخدامها حسب حجم البيانات المحدد، وبشكل دوري (غالباً شهرياً). كما تتصف بأنها قابلة للتوسُّع والانكماش في حجم البيانات المستهدف حسب طلب العميل. غالباً ما يلجأ مزود الخدمة إلى توزيع الانتشار الجغرافي لخوادم التخزين المادية عبر أماكن متفرقة حول العالم؛ بغرض تخفيض التأخير الذي قد ينجم عن تناقل البيانات بين موقع المستفيد وخادم التخزين المادي، وأيضاً بغرض توفير النسخ الاحتياطي للبيانات تفادياً لتعذر الوصول للبيانات عند حدوث أي أعطال. وفي الوقت نفسه، يتم تفعيل التقنية الافتراضية في خدمات التخزين السحابية تعزيزاً لمبدأ إخفاء تفاصيل الموقع الجغرافي لخادم التخزين المادي، وتفعيلاً لمبدأ إظهار قدرة التخزين اللامحدودة بالنسبة للمستفيد. وعلى الرغم من ذلك، هناك العديد من التحديات المرتبطة بخدمات التخزين السحابية؛ كانقطاع الخدمة، والارتباط بمزود خدمة تخزين واحد تفادياً لمشكلة ترحيل البيانات من مزود إلى آخر، ومشكلة خلط البيانات ذات الصيغ المختلفة، ومشكلة جودة الأداء.

هناك العديد من التطبيقات المهمة التي تستفيد من خدمات التخزين السحابية، مثل: خدمات النسخ الاحتياطي (backup) عبر الإنترنت، كخدمة موزي (Mozy) وخدمة شوقر سينك (SugarSynnc)، وكذلك خدمات الأرشفة (archiving)، وخدمات إيصال المحتوى (content delivery)، وخدمات التعافي من الكوارث (disaster recovery)، وخدمات تطوير تطبيقات الشبكة العنكبوتية (web application development).

تتميز خدمات التخزين السحابية بمميزات عديدة، أبرزها: أنها توفِّر خصائص قابلية التوسُّع (scalability)، وخاصية النسخ الاحتياطي (replication)، وتوفِّر إجراءات آمنة للوصول إلى البيانات (access policies)، وتوفِّر خاصية التشفير (encryption)، وخاصية ثبات البيانات (consistency). فهي قابلة للتوسُّع؛ لأنها تسمح للمستفيد بالحصول على أي مساحة تخزينية مطلوبة قابلة للزيادة والنقصان مع مرور الزمن حسب حاجة المستفيد. كما أنها توفِّر خاصية النسخ الاحتياطي أو المكرر، إذ إنَّه عند إنشاء أي كائن (object) بياني، تقوم الخدمة مباشرة بتكرار نسخة منه في خادم آخر أو في موقع جغرافي آخر، حسب طلب العميل. إضافةً إلى ذلك، توفِّر خدمة التخزين السحابية مجموعة إجراءات أمنية تسمح بمنح أذونات وصول على مستويات مختلفة؛ كمستوى الملفات أو المجلدات أو مجموعة البيانات، أو مستوى الكائن التخزيني. كما تتيح خدمة التخزين السحابية خياراتٍ لتشفير البيانات المخزنة في الخوادم السحابية. أخيراً، فإنَّ خدمة التخزين السحابية تتيح خاصية ثبات وتماثل البيانات لعمليات التحميل والمسح؛ لذلك يمكن تنزيل أي كائن تخزيني (ملف أو مجموعة بيانات) مباشرةً بعد اكتمال عملية تحميله.

هناك عدة أمثلة مشهورة لخدمات التخزين السحابية، وهي: خدمات أمازون إس ٣ (Amazon S3)، وأمازون إي بي إس (Amazon EBS)، وأمازون سيمبل دي بي (Amazon SimpleDB)، وقوقل كلاود ستورج (Google Cloud Storage – GCS)، وويندوز أزور ستورج (windows Azure Storage). ونظراً لتشابه عمل هذه الخدمات الثلاث، يتم الاكتفاء بوصف الخدمات الثلاث الأولى. يشير اختصار S3 في خدمة أمازون إس ٣ (Amazon S3) إلى Simple Storage Service، ويعني خدمة التخزين البسيطة. وهي خدمة سحابية توفِّر خدمة التخزين للمستفيد من خلال واجهات مخصصة على السحابة، مثل: (REST، SOAP، BitTorrent). تتيح هذه الخدمة العمليات الرئيسية للتعامل مع البيانات؛ كالتخزين، والاسترجاع، ومنح ومنع التعامل مع البيانات حسب طلب المستفيد، في أي وقت، ومن أي مكان في العالم. أما اختصار EBS في خدمة أمازون إي بي إس (Amazon EBS) فيشير إلى Elastic Block Store، ويعني مخزن الكتلة القابل للتمدد. وهي خدمة سحابية تتيح التخزين الدائم بأشكال وأحجام مختلفة، وتعمل مع خدمة الحوسبة EC2 على سحابة AWS. كل كتلة مخزنة لهذه الخدمة يتم عمل نسخة احتياطية منها في نفس المنطقة الزمنية المخزنة بها لحماية المستفيد من أي عُطل قد يحدث لوسيط التخزين؛ مما يتيح مستوى عاليًا من الإتاحة والمتانة لهذه الخدمة. كما تتيح هذه الخدمة إمكانية التوسُّع

والانكماش في السعة خلال دقائق. وأخيراً، يشير اختصار SimpleDB في خدمة أمازون سيمبل دي بي (Amazon SimpleDB) إلى Simple Database، ويعني قاعدة البيانات البسيطة. وهي خدمة سحابية تُعرَف أحياناً بمخزن البيانات ذي الخصائص التالية: غير علاقية (NoSQL)، ومرونة عالية، وقابلة للتوسُّع والانكماش والقياس، وإتاحة عالية. وتسمح هذه الخدمة بإنشاء وتخزين مجموعات البيانات غير العلاقية بسهولة، وبعمليات الاستعلام، وبإرجاع النتائج. كما تقوم الخدمة بوظائف قواعد البيانات الرئيسية؛ كالفهرسة، والصيانة، والنسخ الاحتياطي، ومراقبة الأداء.

خدمات الاتصال (Connectivity Services):

تتيح خدمات الاتصال لكلٍّ من مزودي الخدمة والمستفيدين منها إمكانية الاتصال مباشرةً بالسحابة. وتشكِّل العصبَ الأساسي لتشغيل وإيصال خدمات الحوسبة السحابية والاستفادة منها لكل من المزود والمستفيد، حيث تعتمد البنية التحتية للسحابة بشكل كامل على هذا الاتصال الذي يتم من خلاله تقديم الخدمات للمستفيدين. يتطلب نموذج الخدمة السحابية المقدمة (سواءً كانت خدمة SaaS أو PaaS أو IaaS) أن يفصح مزود السحابة عن متطلبات الاتصال الشبكي المناسب لتقديم الخدمات السحابية بصورة مقبولة؛ ومن ثَمَّ ضرورة إتاحة مستويات مختلفة من القدرات الشبكية (مستويات متعددة من النطاق الترددي – bandwidth، ومستويات متعددة لوقت الاستجابة – latency، ومستويات متعددة لدرجة أمان الاتصال – security، ومستويات متعددة من جودة الخدمة – "Quality of Service – QoS") للمستفيدين. وعلى الجانب الآخر، يتطلب نموذج الخدمة السحابية المقدمة أن يكون المستفيد مدركاً للقدرات الشبكية المتاحة حتى يتمكن من المواءمة مع مستوى الخدمة المتوقعة، وبالتالي تحقيق متطلباته بصورة مقبولة. وبشكل عام، يحتاج المستفيدون، سواء عند استخدام السحابة العامة أو الخاصة أو الهجينة أو المجتمعية، إلى توفر حدٍ أدنى من القدرات الشبكية (النطاق الترددي، أو وقت استجابة، أو درجة أمان الاتصال، أو جودة الخدمة) يقوم بإتاحته مزودو الخدمات السحابية بناء على طلب وحاجة المستفيد. ويعتمد تحديد هذه المتطلبات بالنسبة للمستفيد على عدة عوامل، منها:

- طبيعة التطبيق السحابي الذي سيتم تشغيله على قناة الاتصال الشبكي.
- درجة أهمية الاتصال الشبكي بالنسبة لأعمال المستفيد.

- وجود متطلبات معينة على سرعة النطاق الترددي (على سبيل المثال: 1 Gpbs أو 10 Gpbs)، وعلى وقت الاستجابة المتوقع (على سبيل المثال، 10 msec أو 20 msec).
- مَن هم المُصرَّح لهم بالنفاذ إلى قناة الاتصال، وما هي درجة الأمان المتوقعة (على سبيل المثال استخدام تقنية SSL أو IPsec).

بعد تحديد متطلبات الاتصال حسب العوامل المذكورة أعلاه، يأتي دور اختبار الخيارات الممكنة لتحقيق هذه المتطلبات. قد يكون هناك العديد من مزودي خدمات الاتصال الذين يوفرون خدمات الربط الشبكي بالسحابة عبر شبكة الإنترنت للمستفيد، لكن هناك عدة عوامل يُستحسن أخذها بعين الاعتبار عند الاختيار:

- تكلفة الاتصال المادية: قد تكون ثابتة بغض النظر عن حجم الاستخدام، أو متغيرة حسب الاستخدام.
- شمولية اتفاقية مستوى الخدمة (SLA) بين المزود والمستفيد.
- درجة الأمان الذي تتيحه الشبكة، فوجود خط اتصال مباشر وموجه للمستفيد فقط إلى المزود قد تنتفي الحاجة معه إلى وجود المزيد من الإجراءات الأمنية، أما وجود خط اتصال مشترك بالإنترنت فيعني وجود حاجة لحماية الاتصال؛ كاستخدام تقنية IPsec أو SSL VPN.
- مدى الحاجة إلى عمل إعادة لهيكلة الشبكة سواءً داخلياً بتغيير موقع وطريقة اتصال بعض أجهزة الشبكة الداخلية، أو خارجياً بإيجاد مزود خدمة بديل. تهدف عملية إعادة الهيكلة في الغالب إلى تحسين جودة أداء الاتصال.

يوجد العديد من خدمات الاتصال التي يمكن أن تؤثِّر في قدرات وجودة الاتصال، وهي خدمات يمكن أن يوفِّرها مزود الخدمة للعميل، ومنها ما يلي:

- خدمة العنونة (addressability): وهي عملية إعطاء عنوان وحيد لكل مكوّن من مكونات الشبكة بغرض تسهيل عملية إيجاده والوصول إليه. هناك نوعان من العناوين التي يمكن أن يطلبها العميل من المزود: العنوان الثابت (static IP)، والعنوان الديناميكي المتغير (dynamic IP). الفرق بينهما أن الأول ثابت بمجرد تخصيصه ولا يتغير بمرور الوقت، في حين أن الثاني يتغير مع مرور الوقت.

- خدمة تأسيس الشبكات عن طريق تقسيمها أو تجزيئها (network segmentation)، ومن ثَمَّ الربط بين أجزاء الشبكة باستخدام الجسور (bridges). تندرج هذه الخدمة تحت مظلة تحسين أداء الشبكة بتخفيض التأخير (latency) في الأداء وزيادة إنتاجية الخدمات السحابية المتصلة.
- خدمة موازنة أعباء العمل (load balancing) في الشبكة: وهي خدمة يتم تقديمها على مستوى الشبكة بغرض التحكم في توزيع أعباء العمل بالتساوي على الشبكة (كالتحكم في مرور البيانات على قنوات اتصال متعددة)، وتجنُّب سلبيات الاستخدام المفرط والتركيز على مورد واحد أو أكثر، وكذلك يتيح استغلال موارد أخرى لا يتم استخدامها بشكل كافٍ. انظر الشكل رقم (٣-١٠). ومثال على ذلك، الخدمة التي تقدمها أمازون بمسمَّى Elastic LB.
- خدمة الجدران النارية (firewalls): يتيح العديد من مزودي الخدمات السحابية، مثل خدمة Amazon EC2، للمستفيد إمكانية تعريف جدران نارية؛ بغرض التقييد والتحكم في حركة البيانات الصادرة والواردة على قنوات الشبكة، وإمكانية حصرها على عناوين شبكية (IP addresses) أو أرقام بوابات (port numbers) محددة. الجدير بالذكر أن أنظمة التشغيل لدى المستفيد يمكن أيضاً أن تُطبِّق ضوابط فردية تخصُّ الجدران النارية في محيط المستفيد.
- خدمة الشبكات المعرّفة برمجياً (Software Defined Networks – SDN): وهي خدمة تقوم على تقنية تسمح بإدارة ونشر وظائف الشبكة عبر الشبكة السحابية ومكوناتها، وإتاحة التحكم فيهما برمجياً. تهدف هذه الخدمة إلى تحرير الخدمات من استدامة ربطها بأجهزة مادية محددة، بحيث يمكن إطلاق ونشر الخدمات بسرعة باستخدام برمجيات مصممة لهذا الغرض عبر قنوات اتصال شبكية. من مميزات هذه الخدمة أنها تسهِّل عملية أتمتة العمليات التشغيلية للشبكة. يحصل المتحكم في خدمة الشبكات المعرّفَة برمجياً على حصر شامل لكل مكونات الشبكة، بما في ذلك الموجهات (routers) والمبدلات (switches) والجسور (bridges) وموازنات الأحمال (load balancers) والجدران النارية (firewalls)، ثم يتمكن المتحكم من مشاهدة الشبكة ومكوناتها على شكل لوحة تحكم توضِّح المسار الشبكي (الممر الذي تسلكه الخدمة) الذي تتطلبه الخدمة أو التطبيق السحابي.

٣/٢/٥ متى يتم استخدام خدمات البنية التحتية كخدمة (IaaS)؟

عندما يكون هناك متطلبات مُلحّة لتطبيق أو خدمة سحابية متعلقة بالأداء والقابلية للتوسّع، بحيث يتطلب الأمر من مطوِّر البرمجيات إدارة الذاكرة وتهيئة خادم قواعد البيانات وخادم التطبيقات بشكل مستمر؛ بغرض رفع مستوى الإنتاجية، أو تحديد كيفية توزيع البيانات على أقراص البيانات (*disks*)، أو إدارة أنظمة التشغيل، أو ترقية البرمجيات والتجهيزات المادية عند الحاجة؛ فإنه يحسُن التفكير ملياً في استغلال خدمة البنية التحتية كخدمة (*IaaS*).

تساعد البنية التحتية كخدمة (IaaS) على تقليل التكلفة التي قد تنجم عن شراء المعدات والتجهيزات التقنية المادية اللازمة لإنشاء مركز بيانات خاص، كما تساعد على زيادة العائد على الاستثمار بالنسبة للمنظمات حديثة النشأة، والتي لا يمكنها تحمُّل نفقات شراء بنية تحتية تقنية.

بشكل عام، هناك العديد من الحالات التقنية التي يجب النظر فيها للاستعانة بخدمات البنية التحتية كخدمة (IaaS)، وهذه الحالات هي:

- زيادة غير متوقعة في الاستخدام: عندما يكون هناك زيادة كبيرة في استخدام موارد الحوسبة، فإنَّ البنية التحتية كخدمة (IaaS) تُعتبر الخيار الأفضل للمستفيد. وعندما يكون الطلب متقلبًا للغاية، فإنه بشكل عام لا يمكن التنبؤ بزيادة أو انخفاض الطلب على البنية التحتية. في مثل هذه الحالة لا يمكن إضافة أو إزالة أحد أجهزة البنية التحتية مباشرةً حسب الطلب. لذلك إذا كان هناك طلب متقلب وغير متوقع على البنية التحتية، فيُنصَح باستخدام البنية التحتية كخدمة (IaaS).
- البنية التحتية حسب الطلب: قد يحتاج المستفيد، سواءً كان منظمةً أو فرداً، إلى بنية تحتية ضخمة ولكن لفترة زمنية قصيرة؛ لذلك ليس من المنطق لهذا المستفيد أن يتحمّل تكاليف شراء المزيد من الموارد التقنية ووضعها في مركز بياناته فقط لمواجهة ذلك الطلب المحصور في فترة قصيرة. لكن قد يكون مستساغاً أن يقوم المستفيد باستئجار البنية التحتية المطلوبة للفترة الزمنية التي تلزمه. بناءً على ذلك، فإنه بشكل عام تُعتبَر البنية التحتية كخدمة (IaaS) مناسبة جداً للمستفيد الذي يبحث عن بنية تحتية حسب الطلب لفترة زمنية قصيرة.

- رأس مال محدود مخصَّص للاستثمار: من الطبيعي أن المنظمات التي نشأت حديثاً لا يمكنها إنفاق الكثير من أجل شراء البنية التحتية بغرض تلبية احتياجات أعمالها. لذا تلجأ هذه المنظمات ذات رأس المال المحدود إلى استغلال البنية التحتية كخدمة (IaaS) لتخفيض الاستثمار في التجهيزات المادية المُكلِّفة. بناءً على ذلك، يمكن القول: إنّ البنية التحتية كخدمة (IaaS) تُعَدُّ الخيار الأمثل للمنظمات حديثة النشأة التي لا تستطيع إنفاق الكثير لشراء التجهيزات المادية.

بشكل عام، يمكن للبنية التحتية كخدمة (IaaS) مساعدة المنظمات حديثة النشأة في تقليل نفقاتها. وبالرغم من ذلك، فإن هناك بعض الحالات التي قد لا تكون فيها هذه الخدمة خياراً جيداً، حيث ينبغي على المستفيد تجنُّب الاستعانة بالبنية التحتية كخدمة (IaaS) في الحالات التالية:

- إذا كانت الأنظمة واللوائح القانونية لا تسمح بالاستضافة الخارجية: في بعض المنظمات قد لا تسمح الأنظمة واللوائح القانونية، سواءً أكانت على مستوى المنظمة أم على مستوى الدولة، باستضافة التطبيقات والبيانات في بنية تحتية خارجية يملكها طرفٌ ثالثٌ.
- إذا كان مستوى الاستخدام منخفضاً: في حال كان مستوى الاستخدام منخفضاً، وكانت البنية التحتية الداخلية لدى المنظمة كافية لتلبية احتياجاتها، تنتفي الحاجة لتوظيف البنية التحتية كخدمة (IaaS).
- عندما يكون مستوى خدمة الإنترنت منخفضاً: حيث إنَّ البنية التحتية كخدمة (IaaS) تعتمد كلياً على جودة خدمة الإنترنت (كسرعة الاتصال)، فإذا كان مستوى خدمة الإنترنت منخفضاً وينتج عنه تأخرٌ في الوصول للخدمات السحابية، فيُفضَّل تجنُّب الاستعانة بالبنية التحتية كخدمة (IaaS).
- إذا كان هناك ضرورة لمزيد من التحكم في البنية التحتية التقنية: قد تحتاج بعض المنظمات إلى الحصول على مستوى مرتفع من التحكم في البنية التحتية المستهدفة، ويتعذر الحصول على ذلك؛ لأن خدمات (IaaS) هي خدمات افتراضية تطبِّق مبدأ إخفاء بعض التفاصيل عن المستفيد، وتعرض حداً معيناً للتحكم في الموارد التقنية لا يمكن تجاوزه.

٤/٢/٥ خصائص البنية التحتية كخدمة (IaaS):

تتميز البنية التحتية كخدمة (IaaS) بمجموعتين من الخصائص، تشترك في الأولى منهما مع خصائص الحوسبة السحابية، وتتميز في الثانية بخصائص خاصة بها فقط. أما السمات التي تشترك فيها مع الحوسبة السحابية فهي: أنها خدمة ذاتية حسب الطلب، وخدمة ذات وصول واسع للشبكة الحاسوبية، وأنها عبارة عن تجمُّع واسع من الموارد التقنية، وأنها خدمة ذات مرونة سريعة في تخصيص وتحرير الموارد التقنية، وأخيراً أنها خدمة قابلة للقياس. أما الخصائص التي تتميز بها عن غيرها من الخدمات، فهي ست خصائص، وهي على النحو التالي:

- الوصول عبر الشبكة العنكبوتية إلى الموارد التقنية: يتيح نموذج خدمات البنية التحتية كخدمة (IaaS) للمستفيدين إمكانية الوصول إلى موارد البنية التحتية عبر متصفح الويب من خلال الاتصال بشبكة الإنترنت؛ وبذلك يستغني المستفيد عن الدخول الواقعي أو الوصول الفعلي إلى تلك الموارد. من خلال متصفح الويب أو وحدة تحكم مهيَّأة لذلك، يستطيع المستفيد الوصول إلى تفاصيل كل مورد تقني، والقيام بإدارته والتحكم في مواصفات تشغيله.
- إدارة مركزية: بالرغم من توزُّع الموارد التقنية المستهدفة، إلا أن عملية إدارتها تتم في مكان واحد فقط؛ وبذا يمكن التحكُّم في تلك الموارد من خلال وحدة تحكم واحدة؛ الأمر الذي يضمن إدارة الموارد واستغلالها على الوجه الأمثل.
- المرونة والقابلية للتوسُّع: تتميز خدمات البنية التحتية كخدمة (IaaS) بالمرونة، بحيث يمكن التوسُّع أو الانكماش في استخدام الموارد حسب الحاجة وبشكل مرن وسلس. وعادةً ما تتم عملية التوسُّع والانكماش في استخدام البنية التحتية بناءً على حجم وأعباء العمل الذي يفرضه تشغيل التطبيقات الإلكترونية. فإذا زادت أعباء تشغيل التطبيق الإلكتروني، مما يتطلب الحاجة إلى الحصول على مزيد من القدرة الحاسوبية (مثل: زيادة عدد وحدات المعالجة المركزية CPUs، أو زيادة عدد وحدات التخزين في الذاكرة الرئيسية)؛ فإنَّ خدمة البنية التحتية كخدمة (IaaS) تقوم بتزويد هذه القدرات الحاسوبية المطلوبة وفقاً للحاجة، وبشكل ديناميكي ذاتي.
- بنية تحتية مشتركة: يمكن للعديد من المستفيدين المشاركة في الاستفادة من نفس المورد في البنية التحتية التقنية. حيث يتم إنشاء عدة نسخ أو حالات من الخوادم الافتراضية

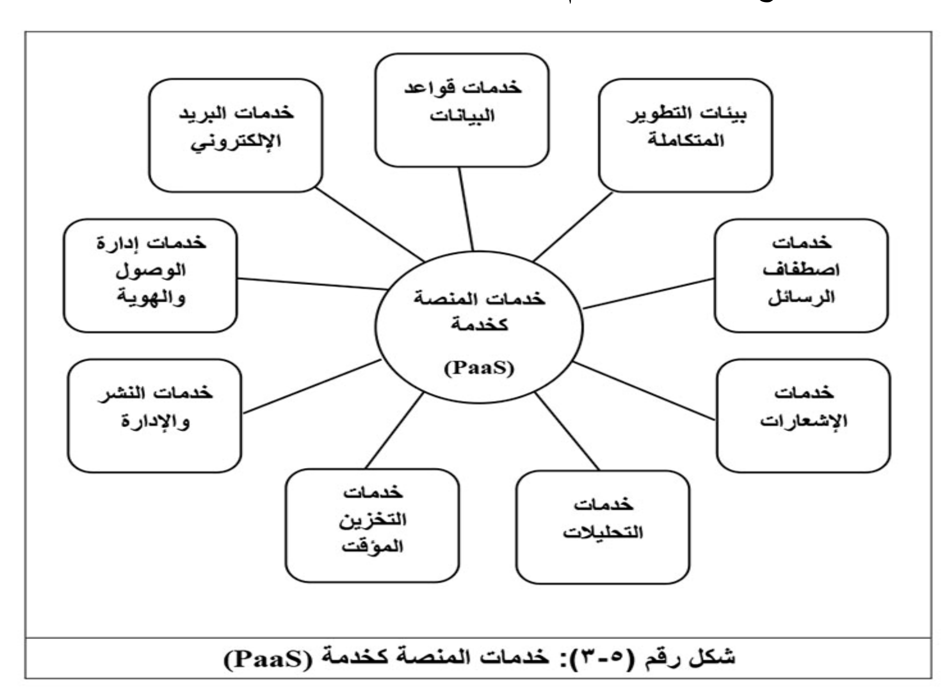
(VMs)، ومن ثَمَّ يتم منح كل نسخة من هذه النسخ الصلاحية للعمل كخادم مستقل، يقوم المستفيد بالتحكم في طريقة ومواصفات تشغيله، وفي الوقت نفسه تضمن خدمة البنية التحتية كخدمة (IaaS) استغلال أكبر قدر ممكن من قدرات الخادم.

- خوادم افتراضية (VMs) مهيأة مسبقاً: يقوم مزودو خدمات البنية التحتية كخدمة (IaaS) بتهيئة خوادم افتراضية مجهزة مسبقاً بنظم تشغيل (OSs)، وتكوينات شبكية وغيرها، بحيث يمكن للمستفيد أن يختار الخادم الافتراضي الذي يُطابق احتياجاته. كما أنه بإمكان المستفيد أن يقوم بتهيئة وتجهيز خادمه الافتراضي (VM) بدءًا من الصفر، كما يمكنه البدء مباشرةً في استخدام هذه الخوادم بمجرد اشتراكه في الخدمة.
- خدمة مُقاسَه: تسمح خدمة البنية التحتية كخدمة (IaaS) للمستفيد أن يستأجر المورد التقني على السحابة بدلاً من شرائه. بعد أن تتم عملية الاستئجار، يتم قياس مقدار الخدمة المقدمة للمستفيد، ويقوم مزود الخدمة بفوترة مقدار الخدمة المقدمة وحساب تكلفتها على المستفيد.

٣/٥ نموذج المنصة كخدمة (PaaS):

في بيئة تقليدية لتطوير البرمجيات، يتم تطوير واستضافة التطبيق البرمجي محلياً مع ضرورة أن تحتوي هذه البيئة على جميع الأدوات البرمجية اللازمة (كلغات البرمجة، وأنظمة قواعد البيانات، وبيئات التطوير المتكاملة، وأدوات اختبار البرمجيات)، ومن ثَمَّ يوظِّف المطورون هذه الأدوات لتصميم وكتابة شفرات برمجيات التطبيقات إلى أن تصبح جاهزة للإطلاق والتشغيل. ينبغي لمُطوِّر التطبيقات الانتباه لإصدارات أدوات التطوير وترقيتها عند الحاجة، والتنسيق المستمر مع إداريي الشبكات وقواعد البيانات بغرض تحقيق متطلبات تطوير التطبيقات. ومع ظهور نموذج المنصة كخدمة، تغيرت منهجية تطوير البرمجيات، فأصبح تطويرها عبر شبكة الإنترنت بدلاً أن تكون محلياً، كما أصبح ممكناً إطلاق ونشر التطبيق بعد انتهاء تطويره مباشرةً من نفس المنصة التي تمَّ تطويره بها. المنصة كخدمة (PaaS) عبارة عن بيئة تطويرية متكاملة تحتوي على لغات برمجة متعددة، وبيئات تطوير متكاملة (IDE)، وأنظمة متعددة لقواعد البيانات (DBMSs)، وأدوات اختبار البرمجيات، إضافة إلى العديد من الأدوات الضرورية لتطوير واختبار وإطلاق ونشر التطبيق البرمجي. يعمل مزود الخدمة الذي يمتلك ويستضيف ويقوم على صيانة تلك المنصات على تجهيز البنية التحتية التقنية (IaaS) اللازمة لتشغيل المنصات. ومما هو جدير بالذكر أن مزود

الخدمة قد لا يكون مالكاً للبنية التحتية المُستَضِيفَة، بل قد يكون مستخدماً لها عن طريق مزود خدمة آخر. في بيئة المنصة كخدمة (PaaS)، يتخلص المستفيد (وهو المطور في هذه الحالة) من المسؤوليات المرتبطة بتنزيل وتركيب وترقية أدوات التطوير عموماً، ولا يُناط به مسؤولية التحكم وإدارة البنية التحتية المشغلة لها، حيث تعود مسؤولية ذلك إلى مزود الخدمة، لكن يمكن للمستفيد أن يتحكم في تطبيقاته البرمجية التي يزمع نشرها، وفي الإعدادات الخاصة بالبيئة التطويرية لهذه التطبيقات. بمعنى آخر، يستفيد العميل من توفُّر إطار عمل جاهز للتطوير والاختبار والتشغيل. أما مزود الخدمة فينبغي أن يعمل على تهيئة شبكته الحاسوبية وخوادمه وأماكن التخزين وتجهيزها للاستخدام بكفاءة عالية. كما ينبغي لمزود الخدمة إدارة هذه الموارد وصيانتها، ومراقبة خاصية القابلية للتوسُّع في مستويات استخدام هذه الموارد متى ما طلب العميل ذلك، وهو الذي يرى ويتوقع أن الحوسبة السحابية يمكن أن توفِّر له مستويات لا محدودة من الموارد التي قد يحتاجها. في المقابل يُتوقَّع من العميل الدفع المادي مقابل مستوى الخدمة التي يطلبها ويتم تخصيصها له، تحقيقاً لمبدأ الدفع حسب الاستخدام (pay-as-per-use).



شكل رقم (٥-٣): خدمات المنصة كخدمة (PaaS)

من أبرز الخدمات السحابية التي يمكن الاستفادة منها عبر نموذج المنصة كخدمة (PaaS)، انظر الشكل رقم (٥-٣):

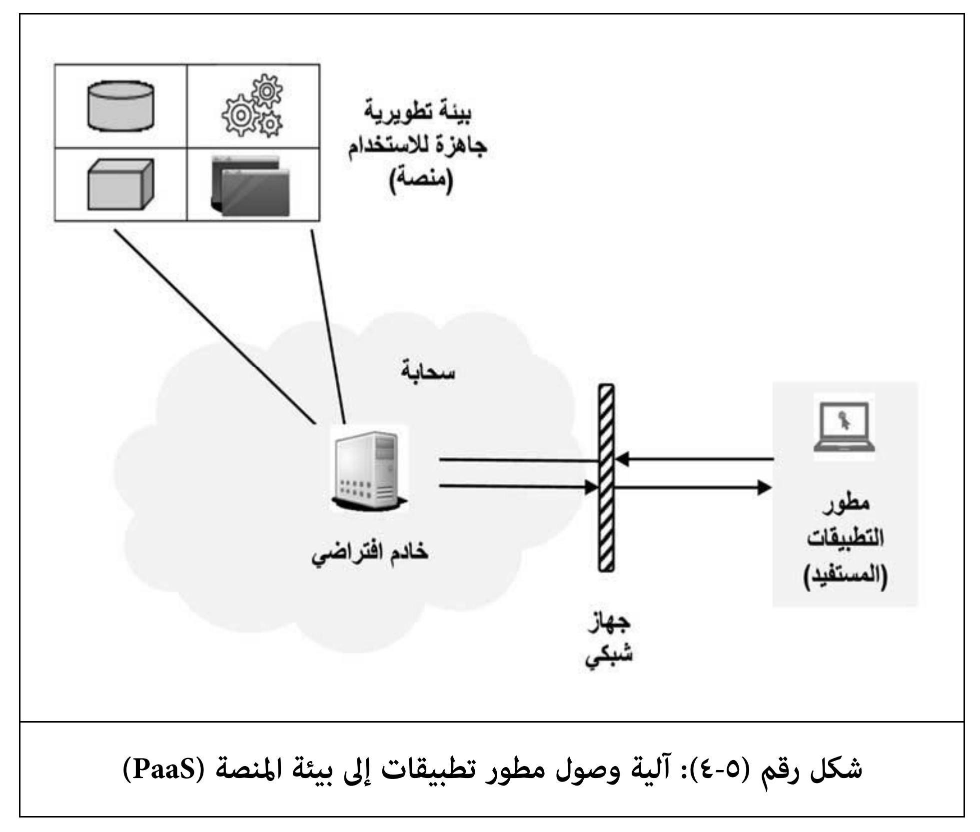
- خدمات قواعد البيانات (Databases).
- خدمات مُشغلات التطبيقات (Application Runtimes) وبيئات التطوير المتكاملة (IDE).
- خدمات البريد الإلكتروني (Email).
- خدمات اصطفاف الرسائل (Messages Queuing).
- خدمات الإشعارات (Notification).
- خدمات التحليلات (Analytics).
- خدمات التخزين المؤقت (Caching)، وفي بعض الأحيان تُسمَّى بخدمات تسليم المحتوى (Content Delivery).
- خدمات النشر (الإطلاق) والإدارة (Deployment & Management).
- خدمات إدارة الوصول والهوية (Identity & Access Management).

أما أبرز مزودي خدمات المنصة فهم: قوقل التي تتيح خدمة محرك تطبيقات قوقل (Google App Engine)، وهو عبارة عن منصة حوسبة سحابية يتم استخدامه لتطوير واستضافة تطبيقات الويب في مراكز البيانات الخاصة بقوقل، والمنتشرة في أماكن متفرقة من العالم. كما أن ويندوز أزور (Windows Azure) هو مثال آخر على المنصة كخدمة (PaaS)، والتي تعمل بشكل مشابه لمحرك تطبيقات قوقل إلا أنها تقوم بعرض خدمة إضافية متمثلة في البنية التحتية كخدمة حسب حاجة العميل. ومن الأمثلة الأخرى أيضاً: منصة هيروكو (Heroku)، ومنصة (Force.com)، ومنصة (Apache Stratos)، ومنصة (AWS Elastic Beanstalk).

١/٣/٥ مكونات المنصة كخدمة (PaaS):

المنصة المتاحة على السحابة هي بيئة تطويرية جاهزة للاستخدام، وتحتوي على مكونات مُسبَقة التعريف وموارد تقنية مُسبَقة التثبيت، ومرتبطة بخادم افتراضي (VM) يسمح للمستفيد (المطور) مباشرة بتخصيص واستخدام تلك المكونات. تتميز هذه البيئة بتمكينها

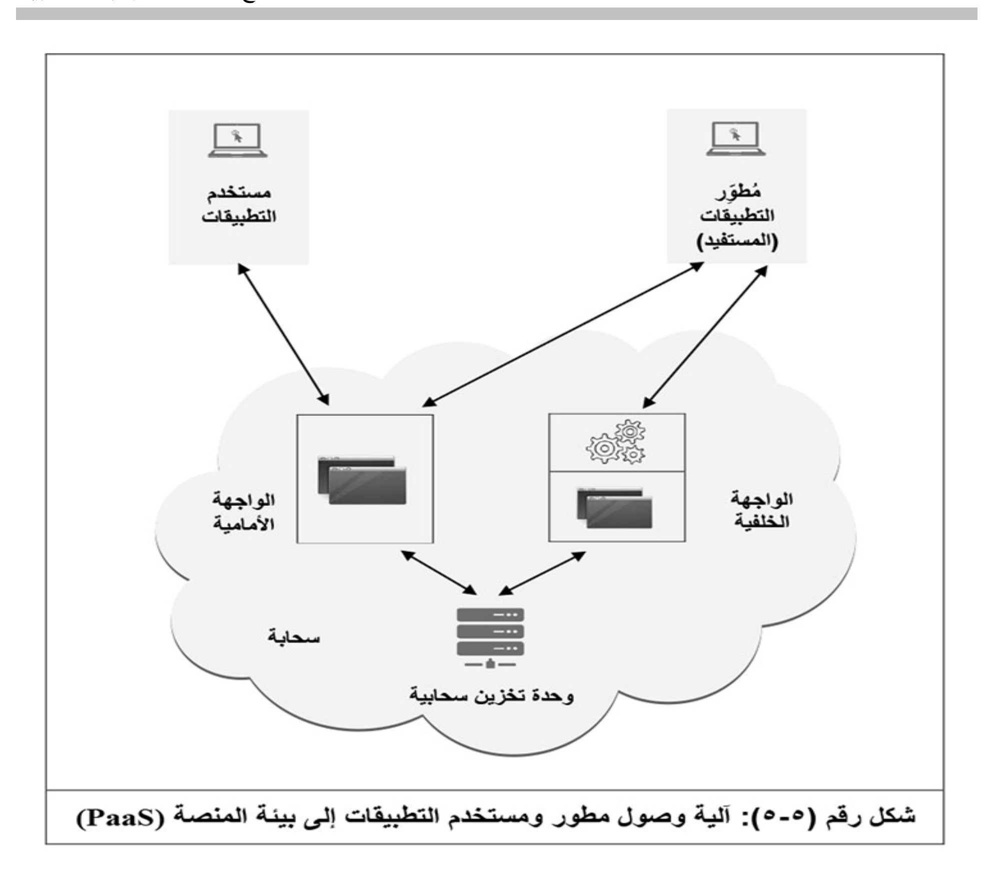
المستفيد من الوصول لمكوناتها عن بُعد بواسطة متصفح ويب ملائم، والذي من خلاله يتم الشروع في تطوير ونشر تطبيقاته البرمجية داخل نفس السحابة التي تستضيف هذه البيئة، انظر الشكل رقم (٥-٤). بعد التعرُّف على متطلبات المطور، يقوم مزود المنصة بتهيئة خادم افتراضي (VM) مزوَّد بكل الصلاحيات المناسبة لمتطلبات المطور، بغرض إتاحة الوصول لكل الموارد التقنية اللازمة؛ كوحدات التخزين، وقواعد البيانات، وغيرهما. تسلك طلبات المطور عبر شبكة الإنترنت مروراً بالأجهزة الشبكية (كموازنات الأحمال والجسور والمحولات والموجهات) وصولاً إلى الخادم الافتراضي الذي يقوم باستقبال الطلبات وتفحّصها وتنفيذها، ومن ثَمَّ إعادة توجيه النتائج إلى المطور، كما هو موضَّح في الشكل رقم (٥-٤).



شكل رقم (٥-٤): آلية وصول مطور تطبيقات إلى بيئة المنصة (PaaS)

تختلف المنصات المثبتة على السحابة في محتوى المكونات والخدمات التي تتيحها وفقاً لعوامل متعددة يحددها مزود خدمة المنصة والمستفيد منها. يعرض الشكل رقم (٥-٣)

حزمة شاملة لأبرز الخدمات السحابية التي يمكن الاستفادة منها عبر نموذج المنصة كخدمة (PaaS)، إلا أنه في الغالب يقوم مزود الخدمة بعرض حد أدنى من تلك المكونات؛ كوجود خدمة قواعد البيانات، وخدمات مُشغلات التطبيقات وبيئات التطوير المتكاملة، وخدمات إجراء الاختبارات البرمجية، وخدمات النشر والإطلاق، وخدمات الإدارة (التي تشمل المراقبة والهوية). إضافةً إلى ذلك، قد تختلف المنصات كخدمة عن بعضها البعض في خصائص متعلقة بسرعة استجابة الخدمة والرد على الطلبات الواردة من المستفيد. لتوضيح هذه النقطة، نشير إلى أن المنصات في الأساس هي طبقة برمجية وسيطة تخدم عدة مستفيدين وتقدِّم الدعم لتطوير ونشر تطبيقات الويب. لذا فإنَّ اختلاف طلبات العملاء واختلاف خصائص التطبيقات البرمجية تفرض على مزود الخدمة عرض بيئات تنفيذ تشغيلية (runtime execution environments) لخدمات سحابية تختلف عن بعضها البعض في سرعة الأداء، ومن ثَمَّ في التكاليف المادية المرتبطة بها. على سبيل المثال، من المتعارف عليه أن كلَّ خدمة سحابية هي خدمة متاحة عبر الويب، سواءً كانت موجهة لمطور التطبيقات أو مستخدم التطبيقات، اللذين يصلان للخدمة عبر متصفح ويب مُجهَّز لهذا الغرض؛ لذا فإنه في الغالب يتم تهيئة الواجهة الأمامية للتطبيق (أو الخدمة) السحابية، وهي الواجهة التي يتعامل معها مستخدم التطبيق، بحيث تستجيب للطلبات ذات الحساسية لوقت الاستجابة بشكل أكثر فاعلية منها للطلبات الواردة للواجهة الخلفية للتطبيق، وهي الواجهة التي يتعامل معها مطور التطبيق. لذا فإنَّ فوترة الاستجابة للواجهة الأمامية غالباً ما تكون أعلى كُلفةً من تلك التي للواجهة الخلفية. يوضح الشكل رقم (٥-٥) آلية لوصول كلٍّ من مُطوِّر ومستخدم التطبيقات إلى بيئة المنصة. يستخدم مطور التطبيقات بيئة المنصة (PaaS) عبر أدوات تطوير برمجية (SDK) التي تتيح الأدوات اللازمة لكتابة واختبار وتنفيذ شفرات تطبيقات الويب. يتم بعد ذلك نشر وإطلاق التطبيق البرمجي على خادم ويب مجهَّز ببيئتَيْن جاهزتين للاستخدام تُسميان بالواجهة الأمامية والواجهة الخلفية. عندما يصبح التطبيق البرمجي جاهزاً للاستخدام يستطيع مستخدم التطبيقات، كما موضح في الجزء العلوي الأيسر من الشكل رقم (٥-٥)، الوصول إلى الواجهة الأمامية. تقوم شفرات التطبيق البرمجي المشغّلة للواجهة الأمامية باستدعاء مهام متعددة متضمنَة في شفرات التطبيق المشغّلة للواجهة الخلفية التي تقوم بدورها بمعالجة الطلبات الواردة وإعداد النتائج على شكل ردود مرتبة. يتم دعم ومساندة التطبيق البرمجي المُشغِّل للواجهتين الأمامية والخلفية بوحدة تخزين سحابية تمثل وعاءً دائماً لتخزين البيانات التي يتعامل معها التطبيق البرمجي.



شكل رقم (٥-٥): آلية وصول مطور ومستخدم التطبيقات إلى بيئة المنصة (PaaS)

٢/٣/٥ الخدمات السحابية في المنصة كخدمة (PaaS):

يعتمد نموذج المنصة كخدمة (PaaS) على استخدام بيئات تقنية مجهزة بمجموعة أدوات ومنتجات برمجية مُسبقَة التعريف والتثبيت، لتقديم الدعم والمساندة لجميع مراحل تطوير التطبيقات البرمجية. تبرز ثلاثة عوامل أساسية تُحفِّز المستفيد على الاستثمار في المنصات كخدمة واستخدامها:

- أولاً: رغبة المستفيد في توسيع القدرات المتاحة له في الوقت الراهن، لاستغلال السحابة لأغراض اقتصادية، والمرونة في القابلية للتوسُّع في القدرات.
- ثانياً: رغبة المستفيد في استخدام المنصات الجاهزة كبديل للبيئة التقنية المتاحة له في الوقت الراهن.

- ثالثاً: رغبة المستفيد لأن يصبح مزود خدمة سحابية عن طريق إطلاق خدمات سحابية وإتاحتها لمستفيدين آخرين.

لا يمكن حصر الخدمات التي يمكن أن تتيحها منصات السحابة إلا بحصر جميع الطلبات لجميع المستفيدين من السحابة، ويبدو هذا أمراً غير ممكن، إلا أنه يمكن التطرق إلى أبرز تلك الخدمات التي وصلت لمرحلة النضج في الاستخدام. ومع ذلك فإنه من المتوقع أن ينمو التنوُّع في تلك الخدمات بنمو الإقبال على الخدمات السحابية من شريحة أكبر وأوسع من المستفيدين. نتطرق فيما يلي إلى خدمات المنصة الأبرز، وهي: خدمات قواعد البيانات، وخدمات بيئات التطوير المتكاملة، وخدمات البريد الإلكتروني، وخدمات اصطفاف الرسائل، وخدمات الإشعارات، وخدمات التحليلات، وخدمات التخزين المؤقت، وخدمات النشر (الإطلاق) والإدارة، وخدمات إدارة الوصول والهوية، وخدمات الفوترة والدفع.

خدمات قواعد البيانات (Databases Services):

تتيح خدمات قواعد البيانات السحابية إمكانية تنصيب وتشغيل قواعد البيانات العلاقية وغير العلاقية على السحابة. تكمن المكاسب الرئيسية من استخدام خدمات قواعد البيانات السحابية في تجنيب مطوري التطبيقات قضاء أوقات طويلة في القيام بمهام متعلقة بإدارة وصيانة قواعد البيانات. يستطيع المطور الوصول إلى أنظمة قواعد بيانات علاقية (RDBMS) مشهورة، مثل: أوراكل (Oracle)، وماي سيكوال (MySQL)، وسيكوال سيرفير(SQL Server)، من خلال هذه الخدمة، كما يمكنه الوصول إلى أنظمة قواعد بيانات غير علاقية (NoSQL)، مثل: أمازون داينمو دي بي (Amazon DynamoDB)، وقوقل كلاود داتا ستور (Google Cloud Datastore). يوضح الجدول رقم (٥-٢) قائمة بخدمات قواعد البيانات ومزوديها.

هناك أربع خصائص يجب أن تراعيها خدمة قواعد البيانات المعروضة على السحابة، وهي:

- القابلية للتوسُّع: يجب أن تقدِّم الخدمة إمكانية التوسُّع والانكماش في القدرات الحاسوبية والتخزينية بناء على الطلب، لمواجهة مستويات مختلفة من الأعباء التي قد تتطلبها التطبيقات السحابية.

- الاعتمادية: يجب أن تقدِّم الخدمة خاصية النسخ الاحتياطي الذاتي لبيانات المستفيدين، وبذلك يزداد مستوى اعتمادية الخدمة في حال حدوث أي عطل.
- جودة الأداء: يجب أن تضمن الخدمة مستويات أداء محدد يتم الاتفاق عليه مقدماً بين المزود والمستفيد في اتفاقية مستوى الخدمة (SLA)، مثل الاتفاق على رقم محدد لعدد العمليات الممكنة من المدخلات والمخرجات لكل ثانية (Input / Output Operations per Second – IOPS).
- مستوى الأمان: يجب أن تتيح الخدمة مميزات متعددة لتقييد عملية الوصول إلى أنظمة قواعد البيانات والبيانات المخزنة فيها؛ كإتاحة الجدران النارية على الشبكة، وآليات المصادقة قبل الوصول إلى البيانات.

جدول رقم (٥-٢): قائمة بخدمات قواعد البيانات السحابية

رقم	اسم خدمة قواعد البيانات	المزود	نوع قواعد البيانات	نظام إدارة قاعدة البيانات (DBMS)
١	قوقل كلاود سيكوال (Google Cloud SQL)	قوقل	علاقية	MySQL
٢	قوقل كلاود داتا ستور (Google Cloud Datastore)	قوقل	غير علاقية	-
٣	أمازون داتا ستور (Amazon Data Store)	أمازون	علاقية	MySQL Oracle SQL Server
٤	أمازون داينمو دي بي (Amazon DynamoDB)	أمازون	غير علاقية	-
٥	ويندوز أزور سيكوال داتابيس (Windows Azure SQL Database)	ويندوز أزور	علاقية	SQL Server
٦	ويندوز أزور تيبل (Windows Azure Table)	ويندوز أزور	غير علاقية	-

خدمات بيئات التطوير المتكاملة (IDE Services):

تتيح المنصة كخدمة (PaaS) تشكيلة واسعة من بيئات التطوير المتكاملة المبنية على السحابة، والتي تدعم تطوير تطبيقات الويب واستضافتها ومن ثَمَّ نشرها. كما تدعم هذه البيئات تنوُّعاً واسعاً من لغات البرمجة، مثل: الجافا (Java)، وبيرل (Perl)، وبي إتش بي (PHP)، وبايثون (Python)، وروبي (Ruby)، وقو (Go). يتم دعم بيئات التطوير المتكاملة بأُطُر (Frameworks) ومُشغلات التطبيقات (Application runtimes) التي تلعب دوراً مهماً في تخصيص وتحرير الموارد التقنية التي يحتاجها التطبيق البرمجي أثناء تشغيله حسب احتياجاته. توفر كلٌّ من قوقل وويندوز أزور بيئات التطوير المتكاملة من خلال محرك التطبيقات قوقل (Google App Engine)، وويندوز أزور ويب (Windows Azure Web Sites) على التوالي، كما أن هناك العديد من المنصات التي تتيح بيئات مشابهة، مثل: (Node.js)، و(Rails)، و(Drupal)، و(Play)، و(Spring).

خدمات البريد الإلكتروني (Email Services):

تسمح خدمة البريد الإلكتروني المبني على السحابة لكلٍّ من المستخدم وكذلك التطبيقات البرمجية باستقبال وإرسال البريد الإلكتروني. ومن أشهر مزودي هذه الخدمة: قوقل من خلال الخدمة (Google Email Service)، وأمازون من خلال الخدمة (Amazon Simple email Service). تُجنِّب هذه الخدمة المستفيد عناء إدارة خادم البريد الإلكتروني وتهيئة الشبكة والعناوين، لتكون من مهام مزود الخدمة.

خدمات اصطفاف الرسائل (Messages Queuing):

تسمح خدمات اصطفاف الرسائل بإرسال الرسائل عن طريق تطبيقات الإنترنت بطريقة برمجية آليّة. كما تدعم إمكانية القيام بالمعالجة غير المتزامنة عن طريق السماح بتواصل مكونات تطبيقات برمجية مفصولة عن بعضها البعض، وذلك بالتواصل عبر رسائل يتم تنظيم وصولها وخروجها في اصطفاف يتناسب وطبيعة المعالجة المستهدفة (على سبيل المثال، طريقة مَنْ يدخل أولاً يخرج أولاً - FIFO). يتم تمكين هذا الأسلوب بإيجاد آلية تسمح بالتخزين المؤقت للرسائل بين المُرسِل (sender) والمُستقبِل (receiver). تتيح هذه الآلية إمكانية الاحتفاظ بأحجام قد تصل إلى ٢٥٦ كيلو بايت للرسالة الواحدة، ولمدد زمنية تتراوح بين يومين إلى أسبوعين. توفر كلٌّ من قوقل وأمازون خدمة اصطفاف الرسائل عن طريق الخدمتين Amazon SQS، وGoogle TQS.

خدمات الإشعارات (Notification):

تسمح خدمات الإشعارات للتطبيقات بإرسال الرسائل إلى كل جهاز ذكي متصل بالإنترنت؛ كالهواتف الذكية، والألواح الإلكترونية. تعتمد هذه الخدمة على نموذج أعمال يُسمَّى "اشترك وانشر"، حيث يقوم المستفيد بالاشتراك في خدمة أو موضوع أو قناة اتصال معينة يقوم بإتاحتها مزود خدمة أو ناشر. عند توفر محتوى جديد لهذه الخدمة، تقوم خدمة الإشعارات بالدفع بمعلومات المحتوى إلى جميع المشتركين. توفر قوقل خدمة الإشعارات عن طريق خدمتها السحابية (Google Cloud Messaging – GCM)، كما توفر أمازون هذه الخدمة عن طريق خدمتها السحابية (Amazon Simple Notification Service – SNS)، وتوفِّر ويندوز أزور الخدمة نفسها عن طريق الخدمة السحابية (Windows Azure Notification Hubs).

خدمات التحليلات (Analytics):

خدمة التحليلات هي خدمة سحابية تتيح إمكانية تحليل مجموعة ضخمة من البيانات مخزنة على السحابة، إما في مخزن سحابي أو في قاعدة بيانات سحابية، باستخدام أداة تقنية مخصصة لهذا الغرض، مثل المنتج (MapReduce). تعتبر هذه الخدمة الخيار المفضل لأداء المهام التي تولّد أو تتعامل مع بيانات ضخمة جداً، مثل: مهام التنقيب واستكشاف البيانات (Data Mining)، وفهرسة الويب (Web Indexing)، وتحليل ملفات التسجيل (log file analysis)، وتعلُّم الآلة (Machine Learning). وتوفِّر أمازون خدمة تحليلات سحابية تُسمَّى (Amazon EMR). وتُعنَى هذه الخدمة بجعل معالجة البيانات الضخمة أكثر سهولةً وانسيابية وكفاءةً، حيث تتم عملية المعالجة باستخدام أداة هادوب (Hadoop) بالاشتراك مع أدوات أخرى خاصة بـخدمة أمازون (AWS) وذلك للقيام بمهام ضخمة؛ كفهرسة محتوى الويب، واستكشاف وتنقيب البيانات، وتحليل ملفات التسجيل، والمحاكاة العلمية، وتعلُّم الآلة. كما توفِّر قوقل خدمتين مشابهتين، هما: (Google MapReduce Service)، و(Google BigQuery). وتوفر مايكروسوفت كذلك خدمة (Windows Azure HDInsight) للقيام بتحليلات السحابة.

خدمات التخزين المؤقت (Caching) / تسليم المحتوى (Content Delivery):

خدمة تسليم المحتوى هي خدمة سحابية تتيح للمستفيدين إمكانية الوصول للمحتوى بسرعة وإتاحة فائقة وبأداء عالٍ. تعتمد هذه الخدمة على نظام موزع من الخوادم في مواقع

متعددة حول العالم لضمان توصيل المحتوى إلى العملاء حسب مواقعهم. يتطلب هذا الأمر تكرار الاحتفاظ بنفس المحتوى في عدة مواقع جغرافية، وبالتالي عند ورود طلبات من عدة عملاء حول العالم مستهدفةً نفس المحتوى، يتم توجيه كل طلب إلى أقرب خادم في موقع جغرافي هو الأقرب لموقع العميل. عند تحديد محتوى مهم ومطلوب من شريحة كبيرة من العملاء منتشرين في مواقع متفرقة جغرافياً، تقوم هذه الخدمة بعملية تخزين مؤقت (Caching) لهذا المحتوى فقط خلال الفترة التي يستمر الطلب عليه، وعند انخفاض الطلب قد يتم استبداله بمحتوى آخر أكثر طلباً، وهكذا. تُعتبر هذه الخدمة مفيدة بالذات للمحتوى الساكن، مثل: النصوص، والصور، ووسائل الإعلام التي تُبَث عبر شبكة الإنترنت (مثل: نت فليكس Netflix، وهولو Hulu). توفِّر أمازون هذه الخدمة بمسمَّى كلاود فرونت (Amazon CloudFront)، وهي خدمة سحابية تهدف إلى تسريع توزيع المحتوى على الإنترنت، والتي تأتي على شكل صفحات ذات امتداد (html)، أو (css)، أو (php)، أو ملفات صور. يتم تسليم المحتوى عن طريق شبكة واسعة من مراكز البيانات المنتشرة حول العالم والمستضيفة لخدمات (AWS) تُسمَّى (edge locations). كما تتيح مايكروسوفت خدمة شبيهة تُسمَّى (Windows Azure CDN).

خدمات النشر والإدارة (Deployment & Management):

خدمات النشر والإدارة هي خدمة سحابية تسمح بنشر وإدارة التطبيقات عبر شبكة الإنترنت. تقوم هذه الخدمات بمهام النشر الأساسية بشكل ذاتي، مثل: التوسُّع والانكماش في القدرات الحاسوبية، وموازنة الأحمال، ومراقبة أداء التطبيقات أثناء تشغيلها. توفِّر أمازون خدمة (Elastic Beanstalk) التي تدير وتنشر التطبيقات على سحابة أمازون (AWS). ما يقوم به المستفيد (مطور التطبيق السحابي) هو القيام برفع التطبيق على السحابة، ومن ثَمَّ تحديد عناصر التهيئة المناسبة للتطبيق باستخدام طريقة آلية بسيطة، ثم تقوم الخدمة بالمهام الأخرى لإدارة ومراقبة أداء التطبيق.

خدمات إدارة الوصول والهوية (Identity & Access Management):

خدمات إدارة الوصول والهوية هي خدمة سحابية تتيح عملية الوصول الآمن للموارد السحابية (كالوصول إلى قاعدة بيانات) الخاصة بالعميل عن طريق إتاحة عمليات المصادقة وصلاحيات المستخدمين. هذه الخدمة مفيدة جداً للمنظمة التي لديها عدة مستخدمين مُصرَّح لهم بالوصول إلى موارد السحابة. تسمح هذه الخدمة بعمليات، مثل: إضافة وحذف

صلاحيات الوصول، ومنح وسحب أذونات العمليات الإجرائية التي تتيحها التطبيقات والموارد الحاسوبية، وإضافة وتعديل وحذف الكلمات المفتاحية لكل مستخدم. توفر مايكروسوفت هذه الخدمة بمُسمَّى (Windows Azure Active Directory)، كما توفر أمازون خدمة مشابهة بمُسمَّى ((Amazon Identity & Access Management (IAM).

خدمات الفوترة والدفع (Billing & Payment):

خدمات الفوترة والدفع هي خدمات سحابية تعتمد على مبدأ الدفع مقابل الاستخدام. يتم إتاحة هذه الخدمة من قِبل مزود الخدمة لشريحة واسعة من العملاء في مجالات مختلفة؛ كالتعليم، ووسائل الإعلام، والرعاية الصحية، إضافة إلى مجالات أخرى. تقوم الخدمة بإعطاء كل عميل (البائع) معلومات حساب خاصة يتم استخدامها لإدارة عمليات البيع للمنتجات المعروضة. تُعتبَر أمازون رائدة في هذا المجال، حيث تتيح خدمتين: الأولى هي خدمة (Amazon DevPay)، وهي خدمة سحابية سهلة الاستخدام لإدارة حساب المستفيد مع أمازون (AWS) وكذلك الفواتير؛ مما يحفز أصحاب الأعمال على بيع تطبيقاتهم التي تعمل على منصة (AWS)، وتسهيل عمليات الدفع والشراء. أما الخدمة الثانية فهي خدمة الدفع المرنة (Amazon FPS)، وهي خدمة سحابية تسمح للمتاجر المشتركة على الإنترنت باستخدام نظام المدفوعات لتجارة التجزئة الخاص بأمازون، ومن ثَمَّ تمكينهم من الدخول على قاعدة بيانات العملاء (معلومات الهوية، وعناوين الشحن، وتفاصيل الدفع)؛ لتسهيل بيع خدماتهم وبضائعهم.

٣/٣/٥ متى يتم استخدام خدمات المنصة كخدمة (PaaS)؟

تُعتبَر المنصة كخدمة (PaaS) جاذبة لنوعين رئيسين من المطورين: النوع الأول خاصٌّ بشركات تطوير البرمجيات حديثة النشأة، والنوع الثاني خاصٌّ بمطوري البرمجيات المستقلين. أمَّا بالنسبة للشركات الكبرى التي تمتلك مراكز بيانات خاصة، فقد يبدو الوضع أكثر تعقيداً لتعدُّد تقنياتها واحتياجات تطبيقاتها البرمجية. إنَّ انخفاض مستوى التحكم في الموارد الحاسوبية في طبقة البنية التحتية التقنية، الذي يتم إتاحته للمستفيد من المنصة كخدمة، إضافةً إلى انخفاض مستوى المرونة فيما يخصُّ بيئات التطوير ولغات البرمجة المتاحة، قلَّل من إقبال تلك الشركات الكبرى على خدمات المنصة تجنُّباً لأي مشاكل قد تعيق التكامل بين تطبيقاتها في مراكز بياناتها الخاصة والتطبيقات على السحابة. وبالرغم من ذلك، لا ينبغي النظر لبيئة المنصة على أنها بيئة ساكنة، بل تتطور وتزداد قدراتها المتاحة بشكل متسارع،

كتعدد لغات البرمجة المتاحة وبيئات التطوير المتكاملة (مثل Visual Studio)؛ الأمر الذي يترتب عليه زيادة في جذب العملاء.

بشكل عام، هناك العديد من الحالات التي يُستحَسن النظرُ فيها عند الرغبة في الاستعانة بخدمات المنصة كخدمة (PaaS)، وهذه الحالات هي:

- عند الرغبة في اختزال الفترة الزمنية اللازمة لتسليم المُنتَج البرمجي عن طريق توظيف آلية تطوير التطبيقات البرمجية بشكل تعاوني بين أعضاء فريق تطوير التطبيقات الذين ليس من الضرورة أن يتواجدوا في نفس الموقع الجغرافي. تشجِّع البيئة التطويرية التي تتيحها المنصة كخدمة (PaaS) إمكانية أن يعمل أكثر من مطور واحد على المشاركة في تطوير تطبيق برمجي معين؛ نظراً لوجود هذا التطبيق في موقع مشترك يمكن الوصول له من أي مكان، باستخدام أي جهاز مُهيَّأ لذلك. في هذه الحالة، تُعدُّ الاستعانة بخدمات المنصة كخدمة (PaaS) خياراً جيداً.
- عند الرغبة في تركيز جهود مطوري التطبيقات على مهام تطوير التطبيقات فقط، وتجنيبهم القيام بمهام اختبارات التطبيقات قبل الشروع في نشر التطبيقات وإطلاقها للاستخدام الفعلي. تتيح البيئة التطويرية في المنصة كخدمة (PaaS) وسائل ذاتية لإجراء اختبارات على التطبيقات ثم إطلاقها (مثل: Google Stackdriver، وSelenium، وTestingWhiz)؛ مما يسهم في تقليص الفترة الزمنية المطلوبة لتسليم التطبيق البرمجي. في هذه الحالة أيضاً، تُعدُّ الاستعانة بخدمات المنصة كخدمة (PaaS) خياراً جيداً.
- هناك منهجيات متعددة لتطوير التطبيقات البرمجية، ومن أبرزها منهجية التطوير الرشيقة (agile development)، والتي يتم فيها تطوير التطبيقات بأسلوب متدرِّج وترددي؛ مما يساعد على إنجاز تسليم المنتج البرمجي خلال الفترة المحددة لتسليمه دون تأخير. توظِّف البيئة التطويرية في المنصة كخدمة (PaaS) هذه المنهجية لتطوير التطبيقات البرمجية؛ مما يجعلها خياراً مناسباً للمطورين الذين يضعون أولوية لإنهاء عملية التطوير ضمن جدول زمني محدد.

بشكل عام، تساعد المنصة كخدمة (PaaS) شركات تطوير البرمجيات حديثة النشأة وكذلك مطورو البرمجيات المستقلون في تقليل نفقاتهم والوفاء بالتزاماتهم المتعلقة بالجدولة الزمنية لتسليم التطبيقات البرمجية ضمن الفترة الزمنية المتفَق عليها. وبالرغم من ذلك، فإن

هناك بعض الحالات التي قد لا تكون فيها هذه الخدمة خياراً جيداً، حيث ينبغي للمستفيد تجنُّب الاستعانة بالمنصة كخدمة (PaaS) في الحالات التالية:

- نظراً لعدم وجود معايير مشتركة يلتزم بها جميع مزودي خدمات المنصة كخدمة (PaaS)، فإنه يصعب على المستفيد المطور نقل تطبيقاته من مزود إلى آخر لأي سبب من الأسباب؛ الأمر الذي يعني ربطه الدائم مع مزود واحد تجنُّباً لتعطل خدمات التطبيق السحابي؛ لذا ينبغي على المستفيد المطور النظر بتأنٍ في هذه الإشكالية قبل الشروع في الاستفادة من خدمات المنصة كخدمة.
- في النموذج المعياري (SPI)، تعلو طبقة المنصة كخدمة (PaaS) طبقة البنية التحتية كخدمة (IaaS)، وتستخدم مواردها التقنية عن طريق طبقة وسيطة افتراضية. إلا أنه لا يُتاح لمستخدمي خدمات المنصة الحصول على تحكم كامل في الموارد التقنية في طبقة (IaaS). قد تحتاج بعض التطبيقات تخصيص وتهيئة موارد البنية التحتية لضمان تشغيل هذه التطبيقات بشكل مناسب. في هذه الحالات، لا يُنصَح باستخدام خدمات المنصة كخدمة.
- تتيح المنصة كخدمة بيئة تطوير مُسبَقة التعريف، بحيث تحتوي على لغات برمجة وقواعد بيانات محددة؛ الأمر الذي يعني إجبار المستفيد المطور على استخدام الموارد البرمجية المتاحة. إذا كان ذلك لا يلبّي حاجات المستفيد المطور، من الأفضل تجنُّب استخدام خدمات المنصة كخدمة.
- هناك بعض المنظمات التي تمتلك تطبيقات برمجية يتم تشغيلها في مراكز بياناتها الخاصة، وفي الوقت نفسه تُشغِّل مجموعة أخرى من التطبيقات على السحابة. إذا كان من الضروري عمل تكامل فيما بين هذين النوعين من التطبيقات، كاستخدام مخرجات تطبيق كمدخلات للتطبيق الآخر؛ فينبغي على المستفيد المطور التأكد من تكامل عمل التطبيقين مع بعضهما البعض. إذا كان ذلك غير ممكن، فيُفضَّل تجنُّب استخدام خدمات المنصة كخدمة.

٤/٣/٥ خصائص المنصة كخدمة (PaaS):

تتميز المنصة كخدمة (PaaS) بمجموعتين من الخصائص، تشترك في الأولى منهما مع خصائص الحوسبة السحابية، وتتميز في الثانية بخصائص خاصة بها فقط. أما السمات التي

تشترك فيها مع الحوسبة السحابية فهي: أنها خدمة ذاتية حسب الطلب، وخدمة ذات وصول واسع للشبكة الحاسوبية، وأنها عبارة عن تجمُّع واسع من الموارد التقنية، وأنها خدمة ذات مرونة سريعة في تخصيص وتحرير الموارد التقنية، وأخيراً أنها خدمة قابلة للقياس. أما الخصائص التي تتميز بها عن غيرها من الخدمات، فهي ست خصائص، وهي على النحو التالي:

١. يتيح معظم مزودي المنصة كخدمة (PaaS) خدمات متعددة تسمح بتطوير التطبيقات واختبارها ونشرها وإطلاقها واستضافتها وصيانتها في نفس بيئة تطوير متكاملة وموحدة (IDE).
٢. إمكانية الوصول إلى بيئة التطوير المتكاملة (IDE) عبر الشبكة العنكبوتية من خلال واجهة مستخدم على الويب، إضافةً إلى إمكانية العمل على البيئة نفسها ولكن على سطح المكتب الخاص بالمطور.
٣. في حال عدم إمكانية اتصال المستفيد المطور بالإنترنت لأي سبب من الأسباب، يمكِّن بعض مزودي خدمات المنصة (PaaS) المستفيد المطور من عمل مزامنَة لبرامجه المطورَة على سطح المكتب مع بيئة التطوير المتكاملة على المنصة بعد عودة الاتصال بالإنترنت.
٤. قد يحتاج التطبيق السحابي أثناء تشغيله على السحابة قدرات تقنية إضافية؛ كإضافة خادم آخر أو إضافة وسيط تخزيني لمجابهة الأحمال المتزايدة على التطبيق. تتميز خدمات المنصة بقدرتها على التكيُّف مع هذه الحالات من خلال إمكانية التوسُّع والانكماش الذاتي في القدرات حسب المتطلبات دون الحاجة إلى تدخل المستفيد.
٥. تتيح البيئة التطويرية في المنصة كخدمة (PaaS) إمكانية أن يعمل أكثر من مطور واحد على المشاركة في تطوير تطبيق برمجي معين؛ نظراً لوجود هذا التطبيق في موقع مشترك يمكن الوصول له من أي مكان باستخدام أي جهاز مهيَّأ لذلك.
٦. تتيح المنصة كخدمة (PaaS) العديد من الأدوات المساندة للمستفيد المطور، تساعده على تطوير تطبيقاته السحابية، مثل: الأدوات الخاصة باختبارات التطبيقات مثل (Google StackDriver)، وأدوات لإدارة الوصول والهوية مثل (Windows Azure Active Directory)، وأدوات للدفع والفوترة مثل (Amazon DevPay).

٤/٥ نموذج البرمجيات كخدمة (SaaS):

يختلف نموذج البرمجيات كخدمة (SaaS) عن نموذجي البنية التحتية كخدمة (IaaS) والمنصات كخدمة (PaaS) في أنه يقدِّم خدمات جاهزة للاستخدام المباشر من قِبل المستخدم النهائي، في حين يعرض النموذجان الآخران، البنية التحتية كخدمة والمنصة كخدمة، خدماتهما إلى أخصائيي الأنظمة والمطورين، بحيث يقومون بتهيئة وتركيب وتشغيل تطبيقاتهم على كلٍّ من البنية التحتية والمنصة على التوالي، وبالتالي يُتاح لهم مستوى أعلى من التحكم في الموارد التقنية المعروضة عليهم. بمعنى آخر، لا تناسب الخدمات المتاحة على نموذجي البنية التحتية كخدمة والمنصة كخدمة المستخدم غير التقني.

يتيح نموذج البرمجيات كخدمة (SaaS) للمستفيد إمكانية الاستخدام والوصول إلى خدمات وتطبيقات سحابية يستضيفها مزود الخدمة، حيث يتم تشغيل هذه التطبيقات على بنية تحتية سحابية تخصُّ مزود الخدمة وتُدار من قِبله، وتشمل الشبكة الحاسوبية، والخوادم، وأنظمة التشغيل، والتخزين. كما يمكن في هذا النموذج أن يتم الوصول إلى الخدمات المتاحة عبر أجهزة إلكترونية متعددة من خلال واجهة بسيطة (thin client interface) للمستفيد، تشمل مستعرض الويب (كالبريد الإلكتروني على الويب)، أو عبر واجهة برنامج معين يتم تنزيله لدى جهاز المستخدم المباشر (سواءً كان حاسباً مكتبيًّا أو هاتفاً ذكيًّا أو لوحاً إلكترونيًّا). ولا يمكن للمستفيد في هذا النموذج إدارة أو التحكم في موارد البنية التحتية المُشغِّلَة للتطبيق، إلا أنه يمكن أن يُعطَى صلاحية التحكم في الإعدادات الخاصة بتهيئة البرمجيات التي يعمل عليها، وبشكل محدود.

بإلقاء نظرة عامة على خدمات نموذج البرمجيات كخدمة (SaaS)، يمكن تصنيفها إلى أربعة أصناف رئيسية، هي: خدمات تطبيقات الأعمال، وخدمات تطبيقات البنية التحتية التقنية، وخدمات تطبيقات البيانات، وأخيراً خدمات تطبيقات الإنتاجية. وسيتم التطرُّق إليها في جزء الخدمات السحابية في البرمجيات كخدمة (SaaS).

على الرغم من أنَّ مزود خدمات البرمجيات كخدمة SaaS) يتيح للمستفيد مستوى أقلَّ من التحكم لعمل تعديلات على التطبيق السحابي، والتي قد يرى المستفيد أنها ضرورية له، مثل تطبيق خرائط قوقل (Google Maps) ، بغرض جعل التطبيق أكثر مناسبةً لاحتياجات المستفيد، والتي قد يرى المستفيد أنها ضرورية له، إلا أن هناك عوامل مهمة من الضروري

التأمل فيها عند المقارنة بين خيارين اثنين، هما: تطوير التطبيق (أو الخدمة) داخلياً لدى المستفيد، أو التوجه إلى مزود الخدمة واستخدام خدماته. وهذه النقاط هي:

- مزود الخدمة سيكون مسؤولاً عن كل تجهيزات البنية التحتية المُشغِّلة للخدمة.
- مزود الخدمة سيكون مسؤولاً عن التحديثات الأمنية المرتبطة بالخدمة.
- يوفِّر مزود الخدمة خاصية توافق الخدمة مع كل المتصفحات الرئيسية وإصداراتها.
- يوفر مزود الخدمة خاصية التوافق المتنقل للخدمة مع غالبية الأجهزة المتنقلة؛ كالهواتف الذكية، والألواح الإلكترونية.
- يقوم مزود الخدمة بإدارة قواعد البيانات المرتبطة بالتطبيق، بما في ذلك إدارة القدرات التخزينية والنسخ الاحتياطي والتعافي من الكوارث.
- يقوم مزود الخدمة بالتحديثات الضرورية ذات العلاقة بالتطبيق؛ كالتوافقية مع أنظمة تشغيل محدَّثة قريباً أو التوافقية مع تطبيقات أخرى.
- مدى جاهزية المستفيد، في حال اختار تطوير التطبيق داخلياً، تحمُّل التكاليف المستمرة والمرتبطة بصيانة وإصلاح أعطال التطبيق.
- مدى جاهزية المستفيد، في حال اختار تطوير التطبيق داخلياً، لاقتناء التقنيات الحديثة والتي يتسارع تغيرها بتسارُع تغير التقنية عموماً.

يستطيع المستفيد المواءمة بين هذه العوامل المهمة، إضافةً إلى عوامل أخرى قد تكون خاصةً بمتطلبات المستفيد، وبين القدرات المتاحة لديه ومدى جاهزيته التقنية من أجل اتخاذ القرار المناسب؛ إما بتطوير التطبيق داخلياً، أو الاستعانة بخدمات البرمجيات كخدمة (SaaS).

١/٤/٥ مكونات البرمجيات كخدمة (SaaS):

يمثل نموذج البرمجيات كخدمة (SaaS) النموذج العلوي في النموذج المعياري (SPI) لنماذج الخدمات السحابية، انظر الشكل رقم (٥-١)، والذي يُوظِّف القدرات التقنية المتاحة له في نموذجي البنية التحتية كخدمة (IaaS) والمنصة كخدمة (PaaS)، سواءً كان النموذجان في نفس السحابة أو حتى في سحابتين مختلفتيْن. عند تنفيذ التصميم المعماري للخدمة السحابية في هذا النموذج، فإنه بشكل عام يتم تمكين خاصية تعددية المستخدمين، والتي

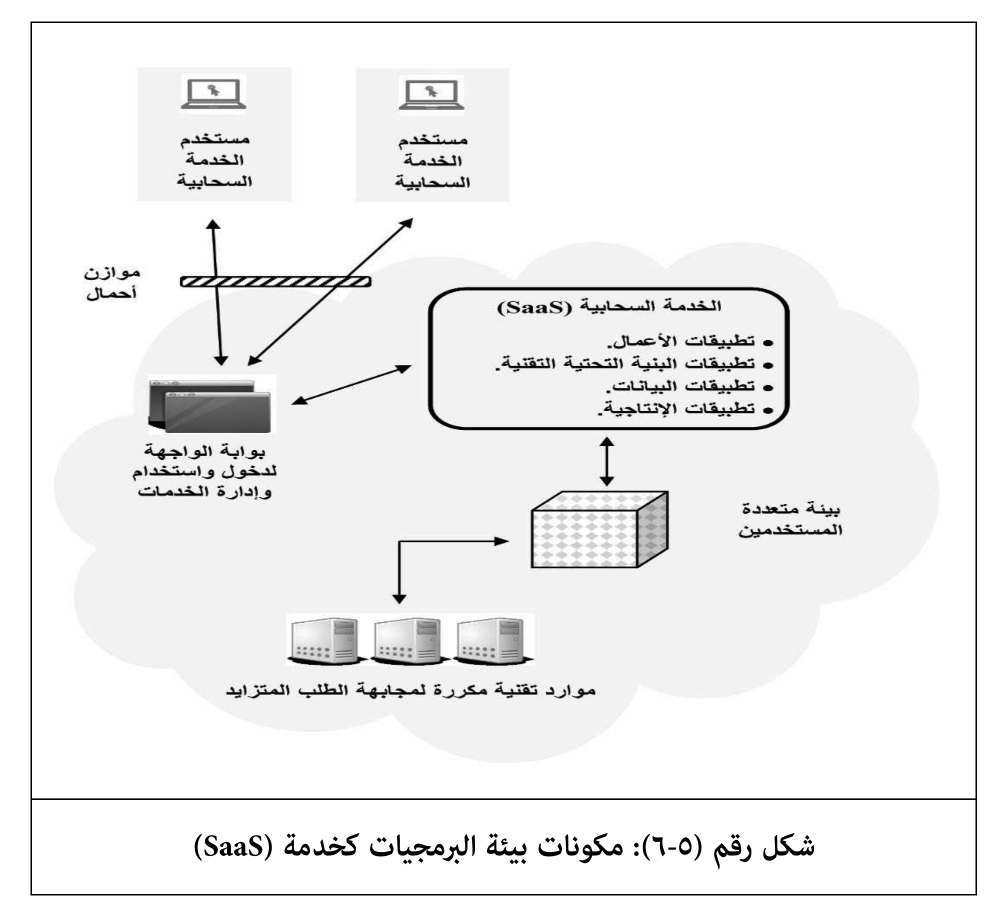
تسمح بوصول أكثر من مستخدم لنفس الخدمة، وتضبط تنفيذها. يوضح الشكل رقم (٥-٦) إحدى الخدمات السحابية في نموذج (SaaS) والمُستضافة في بيئة تقنية تسمح بتعدد المستخدمين، وتعطي أداءً فائقَ الجودة؛ نظراً لوجود موارد تقنية مكررة لمجابهة الطلبات المتزايدة على الخدمة السحابية من عدة مستفيدين. كما أنه يتم النظر في تمكين العديد من الخصائص الأخرى للخدمة بناءً على متطلباتها، مثل: درجة المرونة المتاحة للتوسُّع والانكماش في الموارد حسب طلب المستفيد، وخاصية موازنة الأحمال (لضمان عدم تركيز الأعباء على مورد تقني واحد)، ودرجة الإتاحة للخدمة في حال حدوث عُطل لضمان استمراريتها.

لا يوجد تصميم معماري موحَّد يصلح لأن يتم تطبيقُه على كل الخدمات المتاحة في نموذج البرمجيات كخدمة (SaaS)، وذلك بخلاف نموذجي البنية التحتية كخدمة (IaaS) والمنصة كخدمة (PaaS). ويعود السبب في ذلك إلى أن كل خدمة من خدمات (SaaS) قد تركز على خاصية محددة؛ كجودة الأداء، أو الإتاحة العالية، أو توزيع الأحمال. بالتالي، فإنَّ كل إطلاق لخدمة سحابية في (SaaS) يجلب معه تصميماً مخصصاً له، ومتطلبات وظيفية للخدمة، ومتطلبات خاصة بوقت التشغيل الفعلي للخدمة. يتم تحديد هذه المتطلبات بالتنسيق بين مستخدم الخدمة ومطورها وفقاً لمنطق البرامج المُشغِلة للخدمة، ووفقاً لأنماط الاستخدام المتوقعة للخدمة من قِبل مستخدميها الفعليين. وبغرض تأكيد التنوُّع الكبير للخدمات السحابية في (SaaS) من حيث تعدُّد الوظائف البرمجية في الخدمات وأنماط الاستخدام لها، نستعرض فيما يلي بعضَ خدمات (SaaS) المعروفة لدى شريحة كبيرة من المستخدمين:

- خدمات محركات البحث (قوقل، وياهو).
- وسائل التواصل الاجتماعي (تويتر، وفيسبوك، ولينكد إن).
- خدمة البرمجيات المكتبية (مايكروسوفت أوفيس، أدوبي كريتيف كلاود).
- أسواق التطبيقات المتنقلة (أبل آب ستور، وأندرويد بلاي ستور).
- أنظمة الرسائل (البريد الإلكتروني والرسائل الصوتية).
- خدمة مشاركة الملفات وتوزيع المحتوى (يوتيوب، ودروب بوكس).
- نظم معلومات المؤسسات (ERP ،CRM ،CM).
- خدمات برمجية مخصصة لقطاعات محددة (الاقتصاد، الهندسة، الطيران).

- خدمات المحادثات والمؤتمرات للرسائل الفورية (واتس آب، سكاي بي، قوقل توك).
- وضع ومشاركة المعلومات بشكل جماعي (ويكيبيديا، بلوقر).

إضافةً إلى هذا التنوُّع في الخدمات، هناك طرق وأساليب لعرض خدمات (SaaS) عبر واجهات برمجية متعددة، حيث يمكن أن يتم عرض كل خدمة عبر واحدة أو أكثر من وسائل العرض التالية:



شكل رقم (٥-٦): مكونات بيئة البرمجيات كخدمة (SaaS)

- خدمة على الشبكة العنكبوتية (web service).

وتستخدم هذه الطريقة الخدمات التالية: بي بال (PayPal)، وقوقل ماب (Google Maps).

- تطبيق متنقل (mobile application):
وتستخدم هذه الطريقة الخدمات التالية: واتس آب (WhatApp)، والبريد الإلكتروني جي- ميل (G-Mail).
- خدمة تناقل البيانات - رِست (REST service).
وتستخدم هذه الطريقة العديد من الخدمات، مثل خدمة أمازون للتخزين (Amazon S3).

يتضح من سياق الأمثلة أعلاه أنّ هناك تنوُّعًا كبيرًا في طبيعة الوظائف البرمجية لخدمات (SaaS)، وفي تعدُّد التقنيات التي يمكن تطبيقها لكل خدمة، وفي طرق عرض كل خدمة، الأمر الذي يجعل تصميم البيئة المعمارية لخدمات (SaaS) وتحديد مكوناتها التقنية شأناً متخصصاً بشكل كبير؛ وبالتالي عدم إمكانية توظيف تصميم معماري موحَّد لكل الخدمات. وبالرغم من ذلك، هناك مجموعة من المتطلبات التي ينبغي تحديدها لتصميم بيئة مناسبة لها، مثل:

- دراسة طبيعة أعباء الخدمة السحابية المتوقعة؛ للتعرف على كيفية موازنة الأحمال على الخدمة، ومن ثَمَّ توزيع هذه الأحمال على عدة نسخ مكررة من الخدمة نفسها عند الحاجة.
- دراسة كيفية اكتشاف الأعطال والاستعادة من الكوارث.
- دراسة كيفية القيام بصيانة وسائط التخزين خلال وقت تشغيل الخدمة الفعلي.
- دراسة السِعات المنظورة للموارد التقنية والشبكات التي تحتاجها الخدمة السحابية، وكيفية القيام بالتوسُّع والانكماش في هذه الموارد خلال وقت تشغيل الخدمة الفعلي.

٢/٤/٥ الخدمات السحابية في البرمجيات كخدمة (SaaS):

هناك صعوبة في حصر الخدمات التي يمكن تضمينها في نموذج البرمجيات كخدمة (SaaS)؛ نظراً لتنوُّعها بتنوع متطلبات المستفيدين منها، إلا أنه يمكن تصنيفها إلى أربعة أصناف رئيسية. يمثل الصنف الأول تطبيقات الأعمال، وهو أكثر الأصناف شيوعاً وتداولاً، مثل: تطبيقات إدارة علاقات العملاء (CRM)، وتطبيقات إدارة موارد المؤسسة (ERP)، وتطبيقات الرواتب، وتطبيقات الموارد البشرية، وتطبيقات المبيعات، وتطبيقات الفوترة. يمثل الصنف الثاني تطبيقات البنية التحتية التقنية التي تتعامل مع مهام تقنية مهمة، مثل:

تطبيقات أمن الموارد التقنية، وتطبيقات مراقبتها، وتطبيقات التحكم في الوصول إلى الموارد وإدارة الهوية والحسابات، وتطبيقات لفحص واختبار الموارد التقنية. أما الصنف الثالث فيشير إلى تطبيقات البيانات، مثل: تطبيقات ذكاء الأعمال، وتطبيقات تنقيب واستكشاف البيانات، وتطبيقات ألواح التحكم (dashboards)، وتطبيقات البيانات المرئية (data visualization)، وتطبيقات قواعد البيانات كخدمة. أخيراً، يمثل الصنف الرابع تطبيقات الإنتاجية التي تحتوي على تطبيقات، مثل: أدوات تطوير البرمجيات، وأدوات المشاركة التعاونية (collaboration tools) مثل الويكيبيديا، ومشاركة الملفات والوثائق والرسائل الفورية.

نستعرض فيما يلي تفصيلاً لبعض الخدمات من كل صنف من الأصناف الأربعة، بإعطاء بعض الأمثلة والوظائف التي تقدمها الخدمة، وكذلك أبرز مزودي الخدمة. حيث نستعرض من الصنف الأول الخدمات: خدمة إدارة علاقات العملاء، وخدمة إدارة موارد المؤسسة، وخدمة الموارد البشرية، وخدمة الموارد المالية؛ ومن الصنف الثاني خدمة التحكم في الوصول إلى الموارد التقنية وإدارة الهوية والحسابات، وخدمة خدمات النشر والإدارة؛ ومن الصنف الثالث خدمات ألواح التحكم الإلكترونية؛ وأخيراً من الصنف الرابع خدمات المشاركة التعاونية.

خدمة إدارة علاقات العملاء (CRM):

تُعتبَر خدمة إدارة علاقات العملاء (CRM) واحدة من أكثر الخدمات شيوعاً من نموذج البرمجيات كخدمة (SaaS)، وبالذات تلك المقدمة من قِبَل شركة سيلزفورس دوت كوم (SalesForce.com)؛ لاحتوائها على وحدات برمجية تعالج وظائف متعددة في إدارة علاقات العملاء، مثل: المبيعات، والخدمة والمساندة، وإدارة علاقات الشركاء، والتسويق، وإدارة المحتوى، والمقترحات، وتحليلات البيانات. يتم إتاحة هذه الخدمة بما يزيد عن (٢٠) لغة؛ كاللغة الإنجليزية، والعربية، والإسبانية، والفرنسية، والصينية. ويمكن الوصول إلى الخدمة من أي جهاز إلكتروني عبر شبكة الإنترنت، بما في ذلك منصات الأجهزة المتنقلة؛ كالآيفون، والويندوز موبايل. هناك خدمات أخرى مشابهة تقوم أيضاً بإدارة علاقات العملاء، مثل: زوهو (Zoho CRM)، وإنسايتلي(Insightly CRM)، وبرسبيروووركس (ProsperWorks CRM).

خدمة إدارة موارد المؤسسة (ERP):

إدارة موارد المؤسسة (ERP) عبارة رزمة برمجية مكونة من مجموعة وحدات برمجية مترابطة ومتكاملة مع بعضها البعض لإدارة جميع موارد المؤسسة إلكترونياً. تعالج هذه الوحدات وظائف متعددة في المؤسسة، مثل: المالية، وإدارة علاقات العملاء (CRM)، وإدارة التموين، وذكاء الأعمال (BI)، ونقاط البيع، والمستودعات، وإدارة الأصول الثابتة، وإدارة المشاريع، بالإضافة إلى عدة وظائف أخرى مرتبطة بأعمال المؤسسة. من خلال تكامل هذه الوظائف برمجياً كوحدة واحدة يتمكن العميل المستفيد من الحصول على رؤى جديدة تخصُّ أعماله، كما يتمكن من إنشاء إجراءات عملية لم يكن ممكناً عملها لو كانت هذه الوظائف منفصلة برمجياً عن بعضها البعض. يتم تقديم خدمة إدارة موارد المؤسسة من قِبل الكثير من مزودي خدمات (SaaS)، ومن أبرزهم: إيبيكور إي آر بي (Epicor ERP)، وأوراكل نيتسويت ون وورلد (Oracle Netsuite OneWorld)، وأكيوماتيكا (Acumatica)، وسيسبرو (Syspro)، ومايكروسوفت ديناميكس ٣٦٥ (MS Dynamics 365).

خدمة الموارد البشرية (HR):

تحتوي الخدمة السحابية للموارد البشرية (HR) على وحدات برمجية تعالج وظائف متعددة في إدارة الموارد البشرية، مثل: التوظيف، والتطوير، وتحفيز الموظفين والاحتفاظ بهم، والمكافآت، وإدارة الأداء، والغياب، والإجازات. على الرغم من المخاطر المرتبطة بتخزين بيانات المنظمة المستخدمة لهذه الخدمة خارج حدود المنظمة نفسها، وتحديداً لدى مزود الخدمة، إلا أن هناك العديدَ من المنظمات والمؤسسات الصغيرة التي تُقبِل على استخدام الخدمة من أجل تجنُّب التكاليف المادية الباهظة المرتبطة بتطوير التطبيق أو الخدمة داخل مركز بيانات المنظمة. يتم تقديم هذه الخدمة من قِبل الكثير من مزودي خدمات (SaaS)، ومن أبرزهم: وورك دي (Workday)، وقاستو (Gusto)، وبامبو إتش آر (bambooHR)، وزيني فيتس (ZeneFits).

خدمة الموارد المالية (FR):

تحتوي الخدمة السحابية للموارد المالية (FR) على وحدات برمجية تعالج وظائف متعددة في إدارة الموارد المالية، مثل: الرواتب، وحسابات العملاء، وحسابات الموردين، وإدارة النقدية، وإدارة المشتريات، وإدارة الإنفاق على الموظفين. يتم تقديم هذه الخدمة من قِبل الكثير من مزودي خدمات (SaaS)، ومن أبرزهم: وورك دي (Workday)، وأوراكل

نيتسويت (Oracle Netsuite)، وكوغر ماونتن دينالي (Cougar Mountain DENALI)، ومالتيفيو فايننشيال سوفتوير (Multiview financial software).

خدمة التحكم في الوصول إلى الموارد التقنية وإدارة الهوية والحسابات:

تتيح خدمة التحكم في الوصول إلى الموارد التقنية وإدارة الهوية والحسابات عملية الوصول الآمن للموارد السحابية (كالوصول إلى قاعدة بيانات) الخاصة بالعميل عن طريق إتاحة عمليات المصادقة وصلاحيات المستخدمين. هذه الخدمة مفيدة جداً للمنظمة التي لديها عدة مستخدمين مُصرَّح لهم بالوصول إلى موارد السحابة. تسمح هذه الخدمة بعمليات، مثل: إضافة وحذف صلاحيات الوصول لمستخدم أو مجموعة من المستخدمين، ومنح وسحب أذونات العمليات الإجرائية التي تتيحها التطبيقات والموارد الحاسوبية، وإضافة وتعديل وحذف الكلمات المفتاحية لكل مستخدم. يتم تقديم هذه الخدمة من قِبل الكثير من مزودي خدمات (SaaS)، ومن أبرزهم: مايكروسوفت، بخدمة اسمها ويندوز أزور أكتيف دايركتيوري (Windows Azure Active Directory)، كما توفر أمازون خدمة مشابهة بمسمَّى Amazon Identity & Access Management (IAM).

خدمات النشر والإدارة (Deployment & Management):

تسمح خدمات النشر والإدارة بنشر وإدارة التطبيقات عبر شبكة الإنترنت. تقوم هذه الخدمات بالقيام بمهام النشر الأساسية بشكل تلقائي، مثل: التوسُّع والانكماش في القدرات الحاسوبية، وموازنة الأحمال، ومراقبة أداء التطبيقات أثناء تشغيلها. توفِّر أمازون خدمة (Elastic Beanstalk) التي تدير وتنشر التطبيقات على سحابة أمازون (AWS). ما يقوم به المستفيد (مطوّر التطبيق السحابي) هو رفع التطبيق على السحابة، ومن ثَمَّ تحديد عناصر التهيئة المناسبة للتطبيق باستخدام طريقة آلية بسيطة، ثم تقوم الخدمة بالمهام الأخرى لإدارة ومراقبة أداء التطبيق.

خدمات ألواح التحكم الإلكترونية (Dashboards):

لوح التحكم عبارة عن إدارة برمجية تساعد على ربط مصادر البيانات كلها داخل المؤسسة الواحدة، ثم القيام بدمجها وربطها ومعالجتها والخروج بمعرفة جديدة على شكل معلومات مصوّرة (على هيئة رسوم وأشكال) تساعد متخذي القرار على اتخاذ قرارات مبنية على معلومات موضوعية، وبالتالي الوصول إلى نتائج أكثر ذكاءً. ومن أبرز الميزات التي

تظهرها هذه الخدمة: أنها خدمة تفاعلية، والمقارنة الزمنية لبيانات حديثة وقديمة، وخدمة الإشعارات والتنبيهات، والوصول عبر الويب أو الهواتف الذكية، والسماح بتكامل البيانات. يتم تقديم هذه الخدمة من قِبل الكثير من مزودي خدمات (SaaS)، ومن أبرزهم: دانداس بي آي (Dundas BI)، وبورد (Board)، وكليك داتا (ClicData)، وساب (SAP).

خدمات المشاركة التعاونية (Collaboration):

يتزايد استخدام خدمات الويب ٢,٠ التي ينتج عنها إسهام عدة مستخدمين في محتواها عبر شبكة الإنترنت. وحيث إنَّ المشاركة التعاونية تستلزم الاتصال بين أفراد المجتمع، فمن الطبيعي توظيف أدوات التقنية المبنية على الشبكة الحاسوبية واستغلال البنى التحتية التقنية المشتركة لتسهيل تواصل المستخدمين. من أهمِّ الوظائف التي يتم إبرازها في خدمات المشاركة التعاونية: الإسهام بالمعلومات كخدمة لويكيبيديا، ومشاركة الملفات والوثائق والرسائل الفورية والبريد الإلكتروني. يتم تقديم هذه الخدمة من قِبل الكثير من مزودي خدمات (SaaS)، ومن أبرزهم:

(١) قوقل التي تتيح مجموعة من الخدمات التشاركية، مثل: البريد الإلكتروني (Gmail)، وخدمة إدارة الوقت من خلال التطبيق (Google Calendar)، وخدمة الرسائل الفورية من خلال التطبيق (GTalk)، وخدمة الوثائق والملفات من خلال التطبيق (Google Docs)، وخدمة المواقع الإلكترونية من خلال التطبيق (Google Sites).

(٢) مايكروسوفت التي تتيح مجموعة من الخدمات التشاركية، مثل: البريد الإلكتروني (Windows Live Hotmail)، وخدمة مشاركة الصور من خلال التطبيق (Photo Gallery)، وخدمة الرسائل الفورية من خلال التطبيق (Messenger)، وخدمة الوثائق والملفات من خلال التطبيق (Windows Live SkyDrive)، وخدمة إنتاج مقاطع الفيديو من خلال التطبيق (Movie Maker).

٣/٤/٥ متى يتم استخدام خدمات البرمجيات كخدمة (SaaS)؟

تجتذب خدمات البرمجيات كخدمة (SaaS) نوعين من المستخدمين: المنظمات حديثة النشأة، والأفراد؛ لأسباب متعلقة بالترشيد المالي. كما تجذب التطبيقات والخدمات السحابية المنظمات الكبرى ذات القدرات التقنية المتقدمة، خصوصاً عندما تكون تلك الخدمات لا تمثِّل نشاطاً رئيسياً لتلك المنظمات. على سبيل المثال، إذا كان النشاط الرئيسي لمنظمة ما هو

تقنية المعلومات، فلا ينبغي أن تقوم بتصميم نظام إلكتروني لخدمة إدارة علاقات العملاء (CRM) وهي تستطيع الحصول عليه وبتكلفة معقولة كخدمة (SaaS). بشكل عام، هناك بعض الحالات التي يُستحَسن النظر في الاستعانة بخدمات البرمجيات كخدمة (SaaS) كبديل لتطويرها داخلياً، وهذه الحالات هي:

- عند الرغبة في الحصول على خدمة إلكترونية مُحدَّثة برمجياً بصفة مستمرة، ومتوافقة بصفة مستمرة مع الغالبية العظمى من المتصفحات والإصدارات المختلفة.
- عند الرغبة في الحصول على خدمة تتعامل بشكل مرن وسلس مع أعباء الخدمة المتغيرة (زيادة أو انخفاض الطلب على الخدمة عبر شبكة الإنترنت)؛ الأمر الذي يصعب توفيره تلقائياً عندما تكون الخدمة مملوكة ومُستضافَة من قِبل المستخدم.
- عندما تكون المنظمة المستهدفة للخدمة حديثة النشأة ولا تملك رأس المال اللازم لاقتناء التجهيزات والبرمجيات اللازمة لتطوير وتشغيل الخدمة.
- عند الرغبة في الحصول على خدمة جاهزةٍ مباشرة عند الحاجة لها، وتجنُّب التكاليف المادية المترتبة على تصميم وبناء الخدمة داخلياً، والمترتبة على شراء رخص البرمجيات اللازمة لتطوير وتشغيل الخدمة.
- عند الرغبة في ضمان تشغيل الخدمة والوصول إليها من خلال أجهزة إلكترونية متعددة؛ كالحواسيب المكتبية، والحواسيب المحمولة، والأجهزة اللوحية، والهواتف الذكية.

كما أنَّ هناك بعض الحالات التي قد لا تكون فيها البرمجيات كخدمة (SaaS) خياراً جيداً، حيث ينبغي على المستفيد تجنُّب الاستعانة بها في الحالات التالية:

- عند يقين المستفيد بأنَّ برمجيات الخدمة هي عُرضَة للتعديلات المستمرة نتيجةً للطبيعة المتغيرة لإجراءات الأعمال المؤتمتة، حيث إنَّه من الصعب جداً، وفي بعض الأحيان من غير الممكن، مناقشة مزود الخدمة لتخصيص الخدمة بميزات إضافية تلبي احتياجات المستفيد.
- عندما يكون أمن البيانات متطلباً رئيسياً للمستفيد وغير قابل للتفاوض، خصوصاً في الحالات التي يتم فيها تخزين تلك البيانات خارج حدود المنظمة المستفيدة.

- عندما تكون سرعة اتصال المستفيد بالإنترنت منخفضة؛ الأمر الذي يتسبب في حدوث تأخير في إرسال واستقبال البيانات من وإلى مزود الخدمة. ويتأكد هذا الأمر خصوصاً للخدمات أو التطبيقات الآنية التي تتطلب الحصول على المعلومة في وقتها؛ كتطبيق درجة حرارة الطقس بالنسبة لمركز مراقبة الطقس.

٤/٤/٥ خصائص البرمجيات كخدمة (SaaS):

تتميز البرمجيات كخدمة (SaaS) بمجموعتين من الخصائص، تشترك في الأولى منهما مع خصائص الحوسبة السحابية، وتتميز في الثانية بخصائص خاصة بها فقط. أما السمات التي تشترك فيها مع الحوسبة السحابية فهي: أنها خدمة ذاتية حسب الطلب، وخدمة ذات وصول واسع للشبكة الحاسوبية، وأنها عبارة عن تجمُّع واسع من الموارد التقنية، وأنها خدمة ذات مرونة سريعة في تخصيص وتحرير الموارد التقنية، وأخيراً أنها خدمة قابلة للقياس. أما الخصائص التي تتميز بها عن غيرها من الخدمات، فهي ست خصائص، وهي على النحو التالي:

- نظراً لأنها تطبِّق مبدأي: تكرار الموارد التقنية المُشغلَة، والنسخ الاحتياطي للبيانات؛ فإنَّ خدمات البرمجيات كخدمة تضمن إتاحةَ واستمرارية عالية لتشغيل الخدمة.
- ضمان الحصول على خدمة إلكترونية مُحدَّثة برمجياً بصفة مستمرة، ومتوافقة بصفة مستمرة مع الغالبية العظمى من المتصفحات والإصدارات المختلفة.
- القدرة على تشغيل الخدمة والوصول إليها من خلال أجهزة إلكترونية متعددة؛ كالحواسيب المكتبية، والحواسيب المحمولة، والأجهزة اللوحية، والهواتف الذكية.
- القدرة على تشغيل الخدمة والوصول إليها من أي موقع جغرافي من خلال جهاز متصل بالإنترنت.
- القدرة على التعامل بشكل مرن وسلس مع أعباء الخدمة المتغيرة (زيادة أو انخفاض الطلب على الخدمة عبر شبكة الإنترنت)،
- إمكانية تكامل الخدمة السحابية مع خدمات سحابية أخرى؛ نظراً لتطبيقها جميعاً معايير موحّدة لواجهات التطبيقات (APIs).

٥/٥ مقارنة نماذج خدمات الحوسبة السحابية:

بعد أن تمَّ استعراض النماذج الثلاثة لخدمات الحوسبة السحابية: البنية التحتية كخدمة (IaaS)، والمنصة كخدمة (PaaS)، والبرمجيات كخدمة (SaaS)، من ناحية طبيعة الوظائف التقنية التي تقدمها ومكوناتها وخصائصها وملاءمة استخدامها، نستعرض في هذا الجزء مقارنة لها من ثلاث نواحٍ: سلبياتها وإيجابياتها، ومستوى التحكم والوظائف المتاحة للمستفيد في كل نموذج، وطبيعة الأنشطة التي يقوم بها كلٌّ من المستفيد ومزود الخدمة.

يوضح الجدول رقم (٥-٣) مقارنة إيجابيات وسلبيات كل نموذج، كما يوضح الجدول رقم (٥-٤) مقارنة هذه النماذج من ناحية مستوى التحكم والوظائف المتاحة للمستفيد، وأخيراً يوضح الجدول رقم (٥-٥) مقارنة هذه النماذج من ناحية الأنشطة التي يقوم بها المستفيد ومزود الخدمة.

جدول رقم (٥-٣): مقارنة إيجابيات وسلبيات نماذج خدمات الحوسبة السحابية

النموذج	الإيجابيات	السلبيات
البنية التحتية كخدمة (IaaS)	**الدفع مقابل الاستخدام:** يتم تقديم خدمات البنية التحتية كخدمة (IaaS) للمستفيدين بمبدأ الدفع مقابل الاستخدام؛ مما يضمن التزام المستفيد بالدفع مقابل الخدمة التي حصل عليها. **تخفيض التكلفة المادية:** يتيح مزودو خدمات البنية التحتية كخدمة (IaaS) للمستفيدين استئجار الموارد التقنية التي يحتاجونها، وبالتالي فإنَّ المستفيدين لن يضطروا إلى شراء التجهيزات المادية التقنية اللازمة لتشغيل أعمالهم؛ وبذلك تتحول التكلفة بالنسبة للمستفيد من الإنفاق الرأسمالي إلى الإنفاق التشغيلي.	**أمن الموارد:** تستخدم البنية التحتية كخدمة (IaaS) التقنية الافتراضية كتقنية مُمكِنة لها. ويتم التعامل مع هذه التقنية الافتراضية باستخدام أداة برمجية تُسمَّى هايبرفايزر (Hypervisor)، التي تلعب دوراً مهماً في المراقبة والإدارة. قد يواجه الهايبرفايزر هجمات أمنية عديدة بغرض اختراقه. وعند اختراقه يمكن اختراق الخادم الافتراضي (VM) بمنتهى السهولة؛ الأمر الذي يعني فَقْد السيطرة على البيانات المتاحة فيه. لذا يلزم التنويه بأنَّ معظم مزودي البنية التحتية كخدمة (IaaS) هم في الحقيقة غير قادرين على تقديم خدمة الأمان بنسبة ١٠٠% للخوادم الافتراضية والبيانات المخزنة عليها.

النموذج	الإيجابيات	السلبيات
	مرونة التوسُّع والانكماش في طلب الموارد: يتم إتاحة الموارد بناءً على الاحتياجات الحالية للمستفيد، ويستطيع المستفيد بعد ذلك التوسُّع أو الانكماش في طلب نفس الموارد حسب حاجته، ولكن بشكل ذاتي.	**مشاكل تناقل البيانات:** إنَّ غياب وجود معايير متفق عليها بين مزودي الخدمة لخدمات (IaaS) نشأ عنه العديد من الصعوبات التي من أبرزها صعوبة نقل الخادم الافتراضي (VM) والبيانات المرتبطة به من مزود خدمة إلى آخر؛ مما يعني مواجهة مصير الارتباط بمزود واحد لتعذر نقل البيانات إلى مزود آخر.
	استغلال أفضل للموارد بالنسبة لمزود الخدمة: تضمن البنية التحتية كخدمة (IaaS) استغلال أفضل للموارد، وتقدِّم عائدًا أعلى للاستثمار لمزودي خدمات البنية التحتية.	**مشاكل جودة الأداء:** إنَّ البنية التحتية كخدمة (IaaS) ما هي إلا عملية دمج لموارد تقنية متعددة وموزعة على خوادم سحابية في أماكن جغرافية متفرقة. ترتبط هذه الخوادم ببعضها البعض عن طريق شبكة حاسوبية ضخمة بها مكونات أخرى؛ كالموجهات والمحولات والجسور. وحيث إنَّ الخادم الافتراضي (VM) المتاح للمستفيد ينظر لكل مكونات الشبكة وكأنها في موقع واحد، ونظراً إلى أنه في الحقيقة هناك تباعد في المسافات وتعدُّد المكونات التقنية؛ فإنه بالتأكيد سينشأ لدينا مشكلة التأخير في أوقات الاستجابة لطلبات المستفيد، تُسمَّى هذه المشكلة (latency) التي تؤثر على جودة الأداء والتعثر في إيصال المخرجات في الوقت المتوقع.
	دعم التقنية النظيفة: تقل الحاجة إلى شراء خوادم مُخصَّصَة لمستفيد واحد، حيث تتم مشاركة بنية تحتية واحدة فيما بين عدة مستفيدين مما يقلل عدد الخوادم المشتراة، ومن ثَمَّ يقل استهلاك الطاقة الكهربائية؛ مما يؤدي إلى وجود تقنية نظيفة.	
المنصة كخدمة (PaaS)	**سرعة التطوير والنشر:** يقدِّم مزودو خدمات المنصة كخدمة (PaaS) جميع الأدوات اللازمة لتطوير وإجراء اختبارات البرمجيات ونشرها في قالب واحد	**الاعتماد الكامل على الاتصال بالإنترنت:** يعتمد المطور على الاتصال بالإنترنت لتطوير تطبيقاته، فعند انقطاع الخدمة أو بطئها تنخفض كفاءة استخدام خدمات

النموذج	الإيجابيات	السلبيات
	(بيئة التطوير المتكاملة – IDE). معظم خدمات المنصة تجعل عمليات الاختبارات والنشر والإطلاق تحدث تلقائياً بمجرد أن ينتهي المطور من تطوير تطبيقه البرمجي؛ الأمر الذي يزيد من سرعة تطوير ونشر التطبيقات السحابية أكثر منه باستخدام الأسلوب التقليدي للتطوير.	المنصة؛ ومن ثَمَّ تعيق تحقيق متطلبات المطور. بالرغم من ذلك، تسمح بعض الخدمات بإمكانية التطوير على سطح مكتب المطور، ومن ثَمَّ مزامنة العمل بعد عودة الاتصال بالإنترنت.
	تخفيض التكلفة المادية: تتيح المنصة كخدمة (PaaS) لمطور التطبيقات استئجار البرمجيات وأدوات اختباراتها ومنصات التطوير بغرض تطوير ونشر التطبيقات؛ الأمر الذي يُجنِّب المطور الحاجة لشرائها أو شراء البنية التحتية اللازمة لتشغيلها أو صيانتها، وبالتالي تخفيض التكاليف المادية على المطور.	**الارتباط الإجباري بمزود الخدمة:** نظراً لعدم وجود معايير مشتركة يلتزم بها جميع مزودي خدمات المنصة كخدمة (PaaS)؛ فإنه يصعب على المستفيد المطور نقل تطبيقاته من مزود إلى آخر لأي سبب من الأسباب؛ الأمر الذي يعني ربطه الدائم مع مزود واحد تجنُّباً لتعطُّل خدمات التطبيق السحابي.
	دعم منهجيات التطوير الحديثة: توظِّف البيئة التطويرية في المنصة كخدمة (PaaS) منهجية التطوير الرشيقة (agile)، وهي المنهجية الحديثة لتطوير التطبيقات في فترة زمنية أقل؛ مما يجعلها خياراً مناسباً للمطورين الذين يضعون أولوية لإنهاء عملية التطوير ضمن جدول زمني محدد وصارم.	**أمن البرمجيات والبيانات:** حيث إنَّ شفرات البرمجيات والبيانات تكون مخزنة لدى طرف آخر غير مالكها، تتجنب العديد من المنظمات والأفراد الإقدام على الاستفادة من خدمات المنصة كخدمة (PaaS).
	دَعْم التطوير المشترك لفريق عمل: تتيح البيئة التطويرية في المنصة كخدمة (PaaS) إمكانية أن يشارك أكثر من مطور واحد في تطوير تطبيق برمجي معين؛ نظراً لوجود هذا التطبيق في موقع مشترك يمكن	**مرونة أقل ومستوى تحكم منخفض:** لا يُتاح لمستخدمي خدمات المنصة الحصول على تحكم كامل في الموارد التقنية في طبقة البنية التحتية (IaaS). قد تحتاج بعض التطبيقات تخصيص وإعادة تهيئة موارد

النموذج	الإيجابيات	السلبيات
	الوصول له من أي مكان باستخدام أي جهاز مُهيَّأ لذلك. **مرونة التوسُّع والانكماش في طلب الموارد:** يتم التوسُّع والانكماش في الموارد التقنية (خادم أو وسيط تخزيني) حسب حاجة التطبيقات خلال تشغيلها الفعلي وبشكل ذاتي.	البنية التحتية لضمان تشغيل هذه التطبيقات بشكل وأداء مناسبَيْن، إلا أن هناك حدًّا معيناً من التحكم يكون متاحاً للمستفيد من خدمات المنصة ولا يمكن تجاوزه إلا بتخصيص المورد التقني المستهدف لمستفيد واحد، وهذا أمرٌ مكلف مادياً.
البرمجيات كخدمة (SaaS)	**تكلفة مادية منخفضة:** يُطبق نموذج البرمجيات كخدمة (SaaS) مبدأ الدفع مقابل الاستخدام، ويتيح باقات متعددة، وبأسعار متفاوتة بتفاوت ميزات الخدمة السحابية. **مرونة التوسُّع والانكماش في طلب الموارد:** يتم التوسُّع والانكماش في الموارد التقنية (خادم أو وسيط تخزيني) حسب حجم الاستخدام وأعباء العمل للخدمة، وبشكل تلقائي.	**أمن البيانات:** إنَّ إمكانية مشاركة نفس الخدمة السحابية بين عدة مستفيدين يرفع درجة الحذر لإمكانية تسرُّب البيانات، حيث إنَّه يتم تخزين البيانات في مركز بيانات مزود الخدمة. لذلك يجب أن يكون المستفيد حريصاً عند اختيار مزود البرمجيات كخدمة (SaaS)؛ لتجنُّب فقدان أو تسريب بياناته.
	تقليل أعباء الصيانة: يقوم مزود الخدمة السحابية بجميع أعباء الصيانة المرتبطة بالخدمة؛ كترقية إصدارات البرمجيات، واستبدال التجهيزات المادية، والتحديثات الأمنية.	**الاعتماد الكامل على الاتصال بالإنترنت:** عندما تكون سرعة اتصال المستفيد بالإنترنت منخفضة، يتسبب ذلك في حدوث تأخير في إرسال واستقبال البيانات من وإلى مزود الخدمة. كما أن انقطاع خدمة الإنترنت يعني انقطاعَ الوصول للخدمة السحابية.

النموذج	الإيجابيات	السلبيات
	سهولة وسرعة اقتناء الخدمة: لا يحتاج المستفيد إلى تنصيب برمجيات أو تركيب أجهزة خاصة للشروع في استخدام الخدمة السحابية، ويقتصر ذلك على أي جهاز إلكتروني متصل بالإنترنت من أي موقع جغرافي.	**الارتباط الإجباري بمزود الخدمة:** تزداد صعوبة الانتقال من مزود خدمة إلى آخر بالنسبة للمستفيد، عندما تكون الخدمة السحابية متخصصة في مجال غير شائع كالخدمات السحابية الطبية المتخصصة؛ الأمر الذي يعني إجبار المستفيد على الارتباط بمزود وحيد. تزداد مخاطرة هذا الارتباط عند توقف المزود عن الدعم لأي سبب من الأسباب، كإعلان إفلاسه.
	إتاحة عالية المستوى: بتطبيق مبدأي: تكرار الموارد التقنية المُشغِلَة، والنسخ الاحتياطي للبيانات، فإنَّ خدمات البرمجيات كخدمة تضمن إتاحة واستمرارية عالية لتشغيل الخدمة.	**مرونة أقل ومستوى تحكم منخفض:** لا يُتاح لمستخدمي الخدمة السحابية تخصيصها وتكييفها بما يتطابق بشكل كامل مع متطلباتهم، حيث إنَّ أغلب الخدمات السحابية يتم تصميمها كتطبيقات عامة تخدم شريحةً واسعة من المستفيدين، وبالتالي تقل إمكانية تخصيص الخدمة. كما أن مستوى تحكُّم المستفيد فيما يخصُّ تخصيص طبقتي البنية التحتية كخدمة (IaaS) والمنصة كخدمة (PaaS)، منخفضٌ جداً.
	استغلال أفضل للموارد بالنسبة لمزود الخدمة: يتم إتاحة عدة نسخ من الخدمة السحابية، ولدى كل نسخة القدرة على استيعاب وخدمة أكثر من مستفيد في الوقت نفسه، الأمر الذي يضمن استغلالاً أمثلَ للموارد بالنسبة لمزود الخدمة.	

جدول رقم (٥-٤): مقارنة نماذج خدمات الحوسبة السحابية من ناحية مستوى التحكم والوظائف المتاحة للمستفيد

نموذج الخدمة السحابية	مستوى التحكم المتاح للمستفيد	الوظائف المتاحة للمستفيد
البنية التحتية كخدمة (IaaS)	إدارة كاملة للموارد التقنية الافتراضية المرتبطة بالخدمة المستهدفة.	وصول كامل لموارد البنية التحتية التقنية الافتراضية المرتبطة بالخدمة المستهدفة، وفي حالات نادرة إلى البنية التحتية التقنية الفعلية.
المنصة كخدمة (PaaS)	إدارة محدودة للموارد التقنية الافتراضية المرتبطة بالمنصة المستهدفة كخدمة.	مستوى متوسط للتحكم في الموارد التقنية الافتراضية المرتبطة بالمنصة المستهدفة كخدمة.
البرمجيات كخدمة (SaaS)	استخدام الخدمة وضبط الإعدادات المرتبطة بالاستخدام فقط.	الوصول إلى الواجهة الأمامية للخدمة.

جدول رقم (٥-٥): مقارنة نماذج خدمات الحوسبة السحابية من ناحية الأنشطة التي يقوم بها المستفيد ومزود الخدمة

نموذج الخدمة السحابية	الأنشطة التي يقوم بها المستفيد	الأنشطة التي يقوم بها مزود الخدمة
البنية التحتية كخدمة (IaaS)	تنصيب وضبط إعدادات البنية التحتية التقنية الافتراضية المستهدفة، والقيام بأعمال إدارتها ومراقبتها، وتنصيب أي برمجيات قد يحتاجها المستفيد.	تجهيز البنية التحتية الفعلية (الخوادم، ووسائط التخزين، والأجهزة الشبكية)، ومراقبة استخدامات المستفيد لها.
المنصة كخدمة (PaaS)	تطوير، واختبار، ونشر وإطلاق، وإدارة الخدمات السحابية.	ضبط إعداد المنصة المستهدفة من المستفيد، ومسؤولية تجهيز البنية التحتية التقنية، والبرمجيات الوسيطة، وأي موارد تقنية أخرى ذات علاقة بالمنصة المستهدفة، ومراقبة استخدامات المستفيد لها.
البرمجيات كخدمة (SaaS)	استخدام الخدمة وضبط إعداداتها.	تنفيذ وإدارة وصيانة الخدمة، ومراقبة استخدامات المستفيد لها.



الفصل السادس

إدارة الحوسبة السحابية

تهدف عملية إدارة الحوسبة السحابية إلى المحافظة على جودة الخدمة السحابية المقدمة أياً كان نوعها. لذا تمثِّل الإدارة ركناً أساسياً يضمن القيام به على الوجه الأمثل نجاح خدمات السحابة. ومع زيادة مستوى تعقيد متطلبات العملاء، والتي تَبعها تطورٌ هائلٌ في الأدوات التقنية ولغات البرمجة المستخدمة في تطوير التطبيقات وصيانتها وتشغيلها؛ أصبح هناك ضرورة لأتمتة العمليات الإدارية اليومية كالمراقبة والتدوين، وبالتالي إتاحة المجال لمديري الأنظمة السحابية للتركيز بشكل أكبر على المهام التقنية الإستراتيجية أكثر من اليومية. في بداية هذا الفصل، يتم استعراض أهمية إدارة الحوسبة السحابية، ويتم الإشارة إلى أبرز الإستراتيجيات المستخدمة لإدارة الخدمات، ثم التفصيل لمهام التدوين والمراقبة. يتم بعد ذلك التطرق إلى عوامل نجاح التحوُّل إلى السحابة، ومراحل التحول إليها، وكذلك المنهجيات الشائعة للتحوُّل إليها. ثم يتم تقديم المهام المتنوعة المنوطة بالمستفيد لتفعيل دوره في عمل السحابة، حسب موقعه في أحد نماذج خدمات السحابة الثلاث (البنية التحتية كخدمة، أو المنصة كخدمة، أو البرمجيات كخدمة). أخيراً، يستعرض هذا الفصل إدارة السحابة من خلال إدارة البنية التحتية للسحابة، وإدارة تطبيقات السحابة.

١/٦ مقدمة:

يشير التقرير الصادر في أكتوبر ٢٠١٧م من مؤسسة "فورستر"، (www.forrester.com)، إلى أنه من المتوقع أن يُحقِّق حجم السوق العالمية لتقنية الحوسبة السحابية نمواً ملحوظاً ويكتسب المزيدَ من الزخم، حيث يُتوقَع أن تصل قيمتها إلى ٢٤١ مليار دولار أمريكي في عام ٢٠٢٠. وفي تقرير آخر أكثر تفاؤلاً صدر في فبراير ٢٠١٧م، تشير شركة قارتنر الاستشارية، (www.gartner.com)، إلى أنه من المتوقع أن تتجاوز الـ ٤١١ مليار دولار أمريكي في عام ٢٠٢٠م. مع هذا التوجه الملحوظ نحو تبنّي تقنيات الحوسبة السحابية وخدماتها المتعددة، تبرز الحاجة إلى إدارة السحابة على نحوٍ يضمن لأصحاب المصلحة سواء كانوا مستثمرين أو مزودين أو مطورين أو مستفيدين أو مستخدمين، قيام السحابة بأداء وظائفها وخدماتها وفقاً لمعايير جودة عالية. ولا يمكن أن يتأتى ذلك إلا من خلال إدارة كفؤة وفاعلة ومُدرِكة

للفوائد الاقتصادية المأمولة منها، ومُوازنة بين أهمية ثلاثة عوامل رئيسية، هي: إدارة الكادر البشري، وإدارة التقنيات من برمجيات وتجهيزات مادية، وأخيراً إدارة السياسات والإجراءات ذات العلاقة. يركز مصطلح إدارة الحوسبة السحابية الذي يتم استخدامه في هذا الفصل على العامل الثاني لارتباطه الوثيق بموضوع الكتاب، ولا يلغي ذلك الأهمية القصوى للعاملينِ الآخرين. يشير العامل الثاني إلى مجموعة البرمجيات والتقنيات المستخدَمة لحوكمة ومراقبة تطبيقات السحابة المختلفة، حتى نضمن أن الخدمات السحابية تعمل بشكل مثالي، خصوصاً أنها تتعامل مع أنظمة متعددة وغير متجانسة ومهام معقدة، بدايةً من الواجهات الأمامية للمستخدم وصولاً إلى تخزين البيانات على الخوادم المخصصة لذلك. ولأهمية دور إدارة الحوسبة السحابية، يتم إدراجها كطبقة مستقلة في معظم نماذج عِمارة الحوسبة السحابية، انظر الشكل رقم (٣-١) في الفصل الثالث.

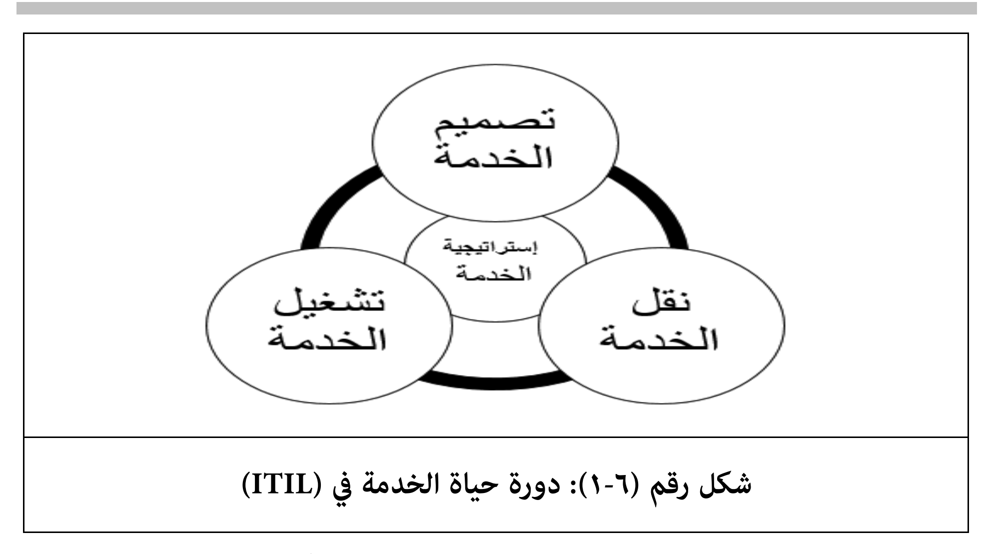
٢/٦ أهمية إدارة الحوسبة السحابية:

هناك العديدُ من التحديات التي تبرز بانتقال التطبيقات الإلكترونية من بيئة تقنية داخلية لمنظمة ما إلى بيئة الحوسبة السحابية. على سبيل المثال، تفرض الطبيعة الطبقية لبيئة السحابة (بيئة تحتية تقنية، ومنصات، وخدمات سحابية) عقباتٍ يصعب معها تحديد مصدر المشكلة عند حدوثها؛ وذلك للارتباط الوثيق بين طبقات البيئة السحابية. كذلك تُلزِم خاصية الدفع مقابل الاستخدام للخدمات السحابية تحمُّل المسؤولية كاملة على أحد طرفي اتفاقية مستوى الخدمة ما لم يتم إدارة ومراقبة تلك الخدمات بشكلٍ دقيق. كما أنَّ إمكانية وجود عدة مزودي خدمات لمستفيد ما تزيد من تحدي عملية التنسيق بين خدمات جميع هؤلاء المزودين وتتبُّعها. بالرغم من جميع هذه التحديات، يأمل كلٌّ من المزود والمستفيد أن تعمل الخدمة السحابية على مدار ٢٤ ساعة يومياً و٣٦٥ يوماً سنوياً دون وجود أي خلل. يستلزم هذا المتطلب من مزود الخدمة أن يتم تصميم الخدمة السحابية مقرونةً بمواصفات ذات جودة عالية؛ كمستوى عالٍ من الإتاحة والاستمرارية، ومستوى عالٍ من الاعتمادية والقابلية للتوسع والانكماش بشكل مرن وسريع بناءً على طلب المستفيد، وحسب اتفاقية مستوى الخدمة (SLA) التي تتم بين المزود والمستفيد. للوصول إلى هذا الهدف بنجاح، يتطلب الأمر القيام بالعديد من المهام الإدارية المتعددة، كالتدوين والمراقبة، على مستوى طبقات السحابة الثلاث (الخدمات، والمنصات، والبنية التحتية). كما ينبغي تبنّي إستراتيجية لإدارة السحابة تضمن تحقيقَ متطلبات المستفيد، وتضمن سلاسةَ تشغيل تلك الخدمات بأقل قدر من المشاكل؛ مما يساعد على تحقيق أهداف مزود الخدمة. هناك العديد من

الإستراتيجيات والمنهجيات الشائعة الاستخدام لإدارة الخدمات عموماً، منها على سبيل المثال لا الحصر: إستراتيجية (ITIL)، أو (ITSM)، أو (COBIT). يمكن توظيف إحدى هذه الإستراتيجيات لإدارة الخدمة السحابية منذ تحديدها مروراً بتصميمها وانتهاءً بتشغيلها وصيانتها. وحيث إنَّ المجال لا يتسع هنا لاستعراض جميع هذه الإستراتيجيات، يتم الاقتصار على استعراض مكونات إستراتيجية (ITIL)، ثم التفصيل في مبدأين رئيسين يتم توظيفهما لإدارة الحوسبة السحابية، بغض النظر عن الإستراتيجية المستخدمة في الإدارة، وهذان المبدآن هما: التدوين (logging)، والمراقبة (monitoring).

في النموذج الموضح في الشكل رقم (٦-١)، يتم تحديد الخدمات انطلاقاً من إستراتيجية الخدمة. تتضمن هذه الإستراتيجية ثلاث مراحل، هي: تصميم الخدمة، ونقل الخدمة، وتشغيل الخدمة. تقوم هذه المراحل الثلاث بالاستمرارية في تغذية بعضها البعض بغرض الاستمرارية في إدخال التحسينات على الخدمة. تقتضي إستراتيجية الخدمة أن يُجرِي مزود الخدمة ابتداءً دراسةَ جدوى لتحديد القيمة المضافة للخدمات السحابية المستهدفة عن طريق القيام بمسح خارجي للعملاء لتقدير إنفاقهم المادي المتوقع على الخدمات، ومسح داخل منظمة مزود الخدمة لتقدير المصروفات المقبولة لتصميم الخدمة السحابية. يُتوقَّع أن تكون مخرجات هذا المسح قائمة بالخدمات السحابية الأكثر فائدةً لمزود الخدمة والأكثر قابليةً للتطبيق، ليتم الشروع في تصميمها.

تغطي المرحلة الأولى من دورة حياة الخدمة (مرحلة تصميم الخدمة) جميعَ العناصر التي لها علاقة بإيصال الخدمة السحابية إلى المستفيد، ويشمل ذلك إدارة فهرس الخدمات السحابية، وإدارة مستوى الخدمة، وإدارة القدرات والسِعات، وإدارة إتاحة الخدمة، وإدارة استمرارية الخدمة، وإدارة أمن المعلومات. كما تشمل تحديد الخيارات المتاحة لنماذج إيصال الخدمة، بما في ذلك تطوير الخدمة داخلياً (insourcing)، وتطوير الخدمة خارجياً (outsourcing)، والتطوير المشترك داخلياً وخارجياً في نفس الوقت (co-sourcing)، والتطوير بالاستعانة بمزودي خدمة متعددين (multi-sourcing). تتواءم خيارات التطوير المتعددة هذه مع بيئة الحوسبة السحابية بشكل كبير لقابلية تنفيذها. ويسبق التنفيذ تحديد المناسب من هذه الخيارات بعد مقارنتها مع بعضها البعض من حيث التكاليف المادية التقديرية، ودرجة المخاطرة في كلٍّ منها، والأعباء الإدارية المترتبة على كل خيار، ودرجة المرونة للتكيف مع المتطلبات.



شكل رقم (٦-١): دورة حياة الخدمة في (ITIL)

وتشمل المرحلة الثانية (مرحلة نقل الخدمة) التطبيق الأوليّ للخدمة على السحابة، وإجراء التعديلات عليها، وإطلاق الخدمات الجديدة وإيقافها، ونقل الخدمات القائمة من البيئة التشغيلية التقليدية إلى البيئة السحابية. في هذه المرحلة، يأخذ نموذج (ITIL) في عين الاعتبار عمليات إدارة تهيئة الخدمة، ودعم وتخطيط نقل الخدمة، وإدارة عملية النشر والإطلاق، وإدارة التغيير بانتقال الخدمة إلى بيئة جديدة، وإدارة المعرفة.

تمثِّل المرحلة الثالثة (مرحلة تشغيل الخدمة) المرحلة الرئيسية في نموذج (ITIL)، حيث يتم التركيز على العمليات اليومية المطلوبة بغرض إيصال الخدمة إلى المستفيدين منها، حسب المستويات المتفق عليها من الإتاحة والاعتمادية والأداء. تشمل هذه المرحلة عمليات إدارية مهمة، مثل: إدارة الأحداث المهمة للخدمة (كمتابعة رخص البرمجيات)، وإدارة الحوادث (كتعطُّل نظام التشغيل)، وإدارة الوصول إلى الخدمة (كمتابعة حسابات المستفيدين).

تقوم طبقة إدارة السحابة (انظر الفصل الثالث، شكل رقم (٣-١)، ورقم (٣-٤))، وهي إحدى طبقات نموذج عِمارة وتصميم الحوسبة السحابية، بتهيئة الموارد السحابية وصيانتها ومراقبتها والتحكم فيها عن طريق بوابة متاحة على شبكة الإنترنت تمكِّن العميل من الوصول إلى الأنظمة الرئيسية فيها؛ كنظام الإدارة عن بُعد، ونظام إدارة الموارد، ونظام إدارة اتفاقية مستوى الخدمة (SLA)، ونظام إدارة الفوترة.

١/٢/٦ التدوين (logging):

في سياق الحوسبة السحابية، يُعرّف التدوين بأنه عملية توثيق آلية لجميع الأحداث التي تجريها الخدمة السحابية أثناء تشغيلها، سواءً كانت هذه الأحداث متعلقة بالبيانات أو التجهيزات المادية أو الافتراضية أو الشبكات أو البرامج المشغِّلة للخدمة. تقتضي عملية التدوين كتابة معلومات مفصَّلة عن الأحداث وتخزينها في وسيط تخزيني مركزي يسهل الوصول إليه عند فَقْد الاتصال بموارد السحابة لأي سبب من الأسباب. يتم استخدام المعلومات المدونة بعد تحليلها ومعالجتها في تتبُّع الأخطاء والإبلاغ عنها حال وقوعها، وإرسال رسائل التحذير ورسائل التوعية وإشعارات التنبيه.

يُعتبَر التدوين أداةً رئيسية للقيام بإدارة أنظمة وتطبيقات الحاسب بكفاءة وفعالية. وتتأكد أهميته عند إدارة أنظمة تقنية موزعة متعددة الطبقات كالسحابة؛ كونها أكثر تعقيداً وأكثر مهامَّ. لذا فإنَّ تبنّي إستراتيجية للتدوين تُحدِّد طبيعة استخدامات المعلومات المدونة وتحدد متطلباتها - يُعدُّ أمراً في غاية الأهمية للحصول على حلول تقنية أكثر أماناً وقابليةً لممارسة العملية الإدارية عليها. تحتوي ملفات التدوين على معلومات مفيدة عن سلوك نشاط قواعد البيانات، ومعلومات عن وصول المستفيد إلى الخدمة السحابية، ومعلومات تساعد على تتبُّع الأخطاء ومعالجتها حال وقوعها، والعديد من الاستخدامات الأخرى. يوضح الجدول رقم (٦-١) قائمة باستخدامات ملفات التدوين في الأنظمة التقنية.

لقد أسهمَ انتقال البيئة الإنتاجية من داخل حدود المنظمة إلى السحابة في رفع درجة الوعي العام بأهمية إدارة الحوسبة عموماً وتفاصيل مهامها خصوصاً بعد أن بقيت غير ذات أهمية قصوى في السابق. على سبيل المثال، لم يكن أمنُ المعلومات والتطبيقات ذا أولوية على الرغم من إمكانية وجود ثغرات أمنية مُهدِّدة لهذه الأصول المهمة. ومع الانتقال إلى السحابة، أصبح الالتزام بالمعايير الأمنية، مثل ISO 27001 وSSAE-16 وSSAE-18، ضرورةً مُلحَّةً عند بناء الحلول التقنية. ولا يمكن تحقيق متطلبات هذه المعايير دون وجود تدوين يتم إدارته وحفظ ملفاته في خوادم تخزين مركزية ومنفصلة عن خوادم البيئة الإنتاجية؛ لضمان الوصول لها عند وقوع أي مشاكل في البيئة الإنتاجية.

يوجد متطلبان رئيسيان لبناء إستراتيجية تدوين مركزية ذات فائدة عالية:

١. تسجيل معلومات التدوين في منطقة تخزين مركزية ومنفصلة، من أجل تسهيل القيام بعمليات التدقيق وتنقيب واستكشاف البيانات وتحليلها كون المعلومات موجودة في

مكان واحد، ومن أجل تخفيف إمكانية فقدان معلومات التدوين كونها مخزنة في خوادم مستقلة عن خوادم البيئة الإنتاجية التي قد تتعرض لخلل يمنع الوصول إليها.

٢. توحيد شكل وبنية ملفات التدوين، وأسلوب تسميتها، ورموز الأخطاء المستخدمة للرسائل. تساعد هذه الممارسة على تحسين عمليات البحث في ملفات التدوين، وعلى إعطاء مخرجات متناسقة، كما تشجِّع على تصميم برامج آلية تعالج ملفات التدوين.

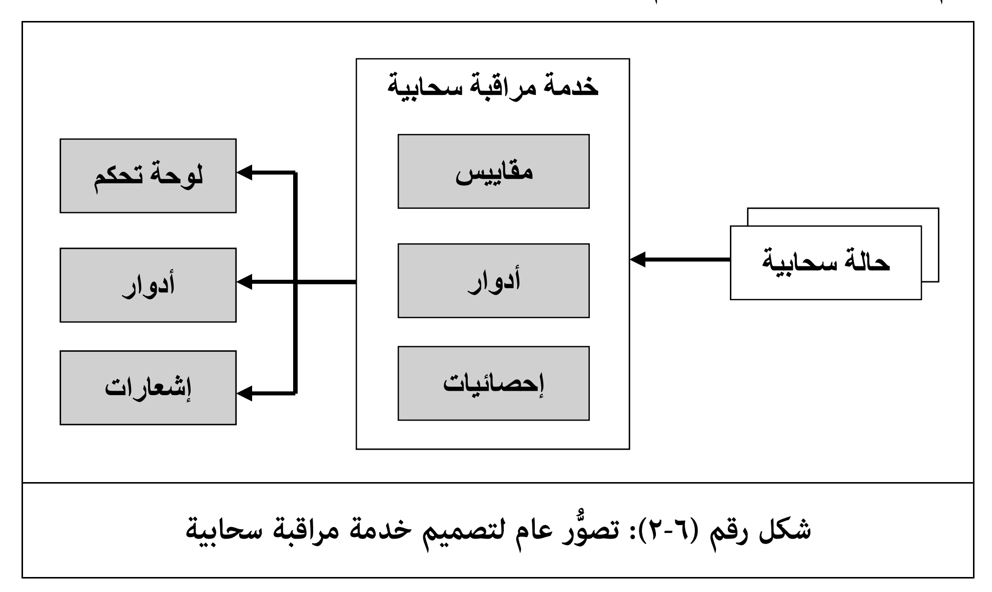
جدول رقم (٦-١): قائمة باستخدامات ملفات التدوين في الأنظمة السحابية

رقم	الاستخدام	وصف الاستخدام
١	**استكشاف الأخطاء ومعالجتها (Troubleshooting)**	يتم جمع معلومات عن الأخطاء وتتبُّعها من ملفات التدوين بغرض تحليل ما يحدث في البيئة الإنتاجية للخدمات والتطبيقات السحابية، ثم الخروج بنتائج تساعد على معالجة هذه الأخطاء وتصحيحها.
٢	**الأمان (Security)**	يتم استخدام معلومات التدوين لتتبُّع عمليات دخول المستفيد إلى الخدمة، سواء أكان الدخول ناجحاً أم فاشلاً. كما يتم استخدام معلومات التدوين بعد تحليلها بشكل دقيق، لأغراض اكتشاف عمليات التطفُّل والاختراقات، واكتشاف عمليات الاحتيال والغش.
٣	**التدقيق (Auditing)**	التدقيق هو عملية فحص وتقييم كلٍّ من: بنية تقنية المعلومات لمنظمة ما، والسياسات والإجراءات المتبعة لحماية الأصول التقنية (كالخوادم والبرمجيات). عند إجراء عملية التدقيق من قِبل المتخصصين، لا يتم الاقتصار فقط على فحص وتقييم البُنى التحتية والسياسات والإجراءات، بل يتم دعمها بعينة حقيقية من المعلومات يتم استخراجها من ملفات التدوين المسجَّلة أثناء تشغيل خدمات وتطبيقات البيئة الإنتاجية للسحابة.

رقم	الاستخدام	وصف الاستخدام
٤	**المراقبة (Monitoring)**	تهدف عملية المراقبة إلى المساهمة في اكتشاف الأخطاء قبل وقوعها وبعده، ومتابعة نسب وكميات وسلوك استخدام الموارد السحابية، وذلك من خلال متابعة توجهات الأداء، وتحديد الخارج عن المألوف منها عبر الاطلاع على مؤشرات أداء مخصصة لهذا الشأن، مثل: متابعة نسب استخدام وحدة المعالجة المركزية (CPU)، وعدد العمليات التي تمَّ إجراؤها على وسيط تخزيني.

٢/٢/٦ المراقبة (monitoring):

تهدف عملية المراقبة إلى تتبُّع واكتشاف الأخطاء قبل وقوعها وبعده، ومتابعة نسب وكميات وسلوك استخدام الموارد السحابية، وذلك من خلال متابعة توجهات الأداء، وتحديد الخارج عن المألوف منها عبر الاطلاع على مؤشرات أداء مخصصة لهذا الشأن. يوضح الشكل رقم (٦-٢) تصوُّراً عاماً لتصميم خدمة مراقبة سحابية.



شكل رقم (٦-٢): تصوُّر عام لتصميم خدمة مراقبة سحابية

يمكن مراقبة موارد السحابة (من خوادم وشبكات) من خلال مراقبة الخدمات السحابة، التي تتيح لمستخدم السحابة إمكانية جَمْع وتحليل البيانات الخاصة بالموارد. تتم عملية المراقبة من خلال خدمة سحابية تُسمَّى بخدمة المراقبة السحابية، مثل: خدمة Amazon CloudWatch، وخدمة Hyperic، وخدمة CAAdvisor. تتيح هذه الخدمة القيام بالعمليات التالية:

- جمع وتحليل البيانات التي تمثِّل مؤشراتٍ متنوعةً عن الأنظمة والتطبيقات. يتم الاحتفاظ بهذه المقاييس داخل كل نسخة سحابية (cloud instance). وتُعرف النسخة السحابية بأنها كائن برمجي يتم إنشاؤه مع كل اتصال ناجح يقوم به المستخدم مع السحابة، ويحتوي على مواصفات يحددها مزود الخدمة حسب طلب المستفيد، وعلى مجموعة وظائف مخولة بالتعامل مع الموارد الحاسوبية، مثل: أنظمة التشغيل، وخوادم التطبيقات، والتطبيقات البرمجية، ويمكن إنشاء عدة حالات منها بحيث يختلف بعضها عن بعض في المواصفات والوظائف المنوطة بها.
- إتاحة تعريف مقاييس جديدة إضافةً للموجودة، لمراقبة موارد السحابة حسب حاجة المستخدم.
- إتاحة تعريف أدوار يتم البدء في تنفيذها بناءً على البيانات المستخلصة من عملية المراقبة، على سبيل المثال، البدء في التوسُّع أو الانكماش في موارد السحابة عندما يصبح استخدام وحدة المعالجة المركزية (CPU) مرتفعاً أو منخفضاً، على التوالي.
- إتاحة إحصائيات متنوعة عن الموارد السحابية مستخلصةً من عملية المراقبة. يوضح الجدول رقم (٦-٢) قائمةً بمقاييس شائعة تُستخدَم لأغراض مراقبة موارد الحوسبة السحابية. ومما هو جديرٌ بالذكر أن هذه المقاييس تتنوع بتنوُّع الأدوار التي يقوم بها المستخدم في السحابة، سواء كان مطوراً (وفي هذا الدور يتم الاهتمام بمؤشرات، مثل: وقت التحميل، وأداء الشبكة)، أو إداريَ قواعد بيانات (حيث يتم الاهتمام هنا بمؤشرات، مثل: وقت الاستجابة لتعليمات SQL، والذاكرة الرئيسية)، أو أخصائي أنظمة تشغيل (حيث يتمُّ الاهتمام هنا بمؤشرات، مثل: سعة وسيط التخزين، ونسب استغلال المعالج والذاكرة الرئيسية)، أو حتى مالكاً للمنتج (حيث يتم الاهتمام هنا بمؤشراتٍ، مثل: عدد المستخدمين الجُدد، والتكلفة لكل مستخدم).

جدول رقم (٦-٢): قائمة مقاييس شائعة تُستخدَم لأغراض مراقبة موارد الحوسبة السحابية

رقم	النوع	المقياس
١	**وحدة المعالجة المركزية (المعالج) (CPU)**	• سرعة المعالج. • نسبة استغلال المعالج. • نسبة بقاء المعالج كامناً.
٢	**وسيط التخزين (Disk)**	• سعة وسيط التخزين. • نسبة استغلال وسيط التخزين. • عدد الوحدات الثنائية (bytes) / ثانية (قراءةً وكتابة). • عدد العمليات / ثانية.
٣	**الذاكرة الرئيسية (Memory)**	• نسبة الاستخدام. • نسبة عدم الاستخدام.
٤	**الواجهة (Interface)**	• نسبة الرسائل الصغيرة / ثانية (packet/sec). • نسبة الرسائل الواردة / الرسائل الصادرة.
5	**الشبكة (Network)**	• حجم الحركة على الشبكة. • نسبة فقدان الرسائل على الشبكة. • وقت الاستجابة.

تعتبر عملية المراقبة مهمة جداً لأي خدمة سحابية؛ لأنها تسمح للمستخدم بتتبُّع الحالة التشغيلية للخدمات والتطبيقات السحابية، والتعرُّف على مدى نجاعة تشغيلها. فعلى سبيل المثال، ربما يرغب مستفيد ما في مراقبة موقعه على شبكة الإنترنت والمستضاف على السحابة

بغرض التعرُّف على أداء الموقع وحجم الحركة عليه. فعند توفُّر معلومات المراقبة المستخلصة أثناء وقت التشغيل على شكل مؤشرات محددة ومعرفة مسبقاً يمكن للمستفيد اتخاذ القرار المناسب فيما يتعلق بالتوسُّع أو الانكماش في الموارد السحابية حسب الإحصائيات التي تتيحها خدمة المراقبة السحابية.

٣/٦ عوامل نجاح التحوُّل إلى السحابة:

يُعرف التحوُّل للسحابة بأنه العملية التي يتمُّ فيها نقل واحد أو أكثر من التطبيقات الإلكترونية والبيئة التقنية المصاحبة لها (مخازن البيانات أو التجهيزات الشبكية) من البيئة التقنية الداخلية للمستفيد إلى البيئة السحابية، سواء كانت سحابة عامة أو خاصة أو مجتمعية أو هجينة. قد تبدو للوهلة الأولى أنَّ عملية التحوُّل إلى السحابة أفضل حالاً من عملية التطوير من البداية، إلا أن هناك العديدَ من المراحل الضرورية لضمان نجاحها، والتي ينبغي المرورُ عليها وتطبيقها لتحقيق الهدف الرئيسي من عملية التحوُّل للسحابة، وهو تخفيض التكاليف المادية. هذه المراحل هي: مرحلة التقييم، ومرحلة تحديد إستراتيجية التحوُّل للسحابة، ومرحلة المحاكاة الأولية للخدمة السحابية، ومرحلة تطبيق الخدمة السحابية، وأخيراً مرحلة اختبار الخدمة السحابية، انظر الشكل رقم (٦-٣).

في مرحلة التقييم، يتم إجراء تقييم شامل لجميع العناصر ذات العلاقة بالخدمة الإلكترونية المزمع نقلها إلى السحابة، مثل: البنية التحتية الحالية لها، وبُنيتها التركيبية، وكل ما يتعلق بالبيئة التي تعمل بها، مثل: تحديد الاحتياجات من الخوادم الحاسوبية ووسائط التخزين، وكيفية مراقبة وإدارة الخدمة، واتفاقية مستوى الخدمة (SLA) مع المزود، والإجراءات التشغيلية، والاعتبارات المادية، ودرجة المخاطرة المترتبة على التحوُّل للسحابة، ودرجة أمان الموارد بعد الانتقال للسحابة، والتراخيص المطلوبة.

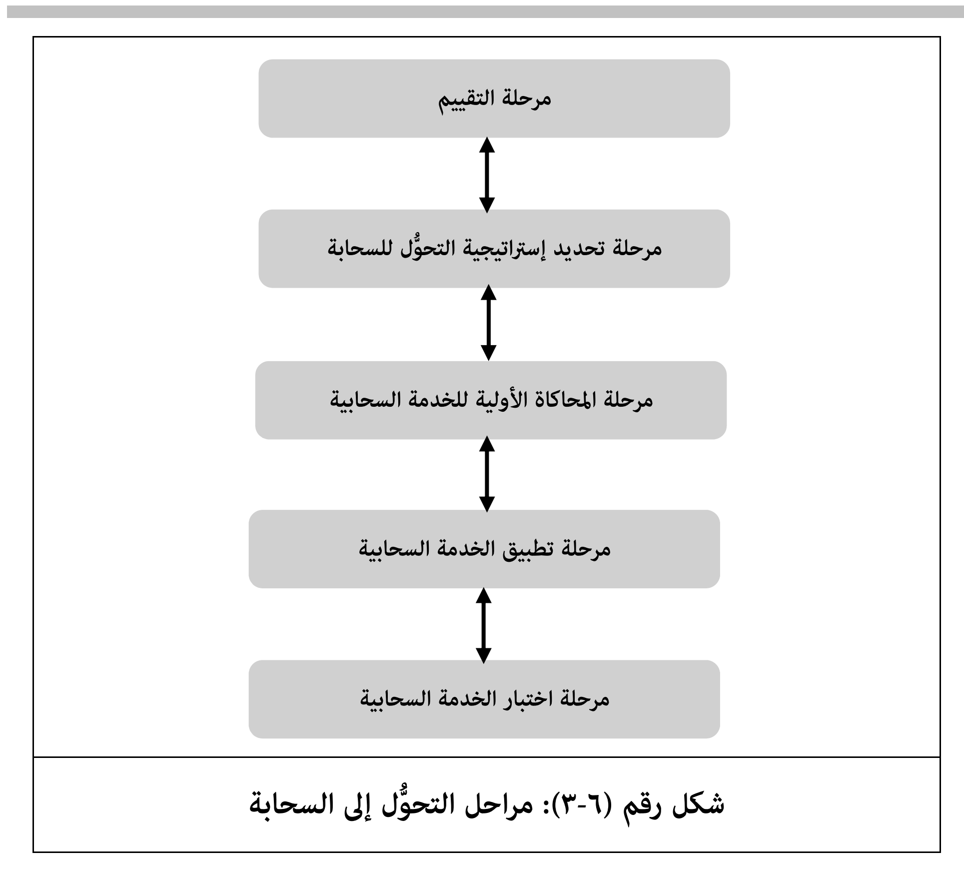
وفي مرحلة تحديد إستراتيجية التحوُّل للسحابة، يتم استخدام مخرجات مرحلة التقييم كمدخلات تسهم بشكل كبير في تحديد إستراتيجية التحوُّل للسحابة، فإما أن يتم التحوُّل دفعةً واحدة أو تدريجياً. إذا كان التحوُّل دفعة واحدة، يتم إضافة الخدمة الإلكترونية مباشرةً إلى بيئتها الجديدة في السحابة، مع مراعاة نقل البيانات التابعة للخدمة والتطبيقات الأخرى المرتبطة والمعتمدة عليها بشكل منفصل؛ لضمان استمرارية التشغيل دون مشاكل. ويتم اللجوء إلى إستراتيجية التحوُّل التدريجي عند وجود إشكاليات متعلقة بتراخيص استخدام البرمجيات الخاصة بالخدمة، أو وجود خوادم تعمل على بيئة تقنية قديمة مثل

الحاسب المركزي (mainframe)، أو وجود ترابط وثيق مع تطبيقات إلكترونية. في جميع هذه الحالات، يتم النظر في مدى إمكانية تجزئة مكونات الخدمة، ومن ثَمَّ نقل الجزء الأقل تأثُّراً واعتماداً على المكونات الأخرى إلى السحابة، وإبقاء الجزء الآخر في بيئته الحالية.

في مرحلة المحاكاة الأولية للخدمة السحابية، يتم تجهيز بيئة مصغرة في السحابة تحاكي البيئة الحقيقية لتشغيل الخدمة بحيث تشتمل على واجهات المستخدم والتنقل بينها، وكذلك توفير بيانات اختبارية لإجراء سلسلة مكثفة من الاختبارات عليها؛ لغرض التأكُّد من إصلاح أي أخطاء ممكنة قبل تشغيل الخدمة عند نقلها بشكل كامل.

ويسبق مرحلة تطبيق الخدمة السحابية إجراء جميع التحسينات المُكتشَفة في المراحل السابقة، ثم يتم تجهيز الموارد الضرورية لتشغيل الخدمة السحابية كالخوادم السحابية والبرمجيات وقواعد البيانات، وإجراء جميع الإعدادات اللازمة في البيئة الجديدة، وضبط واختبار نقاط تكامل الخدمة السحابية مع الخدمات الأخرى، وتجهيز جميع البرمجيات المصاحبة للخدمة السحابية كبرمجيات المراقبة والإدارة والنسخ الاحتياطية والنسخ المكررة للخدمة ولبيانات الخدمة. عند اكتمال جميع هذه التجهيزات، يتم إطلاق الخدمة السحابية في البيئة الإنتاجية والبدء في تشغيلها.

وتأتي مرحلة الاختبار كمرحلة أخيرة تتلو مرحلة نقل الخدمة إلى السحابة، حيث يتم إجراء العديد من الاختبارات المكثفة للتأكد من أن عملية التحوُّل للسحابة أصبحت ناجحةً. ومن هذه الاختبارات، على سبيل المثال: إجراء اختبارات الأداء تحت أعباء متفاوتة، وإجراء اختبارات توقُّف أو فشل الخدمة ومن ثَمَّ استعادة تشغيلها، واختبارات التوسُّع والانكماش في الموارد تحت أعباء عمل مرتفعة ومنخفضة لضمان استمرارية تشغيل الخدمة السحابية تحت ظروف مختلفة.



شكل رقم (٦-٣): مراحل التحوُّل إلى السحابة

يوجد ثلاث منهجيات شائعة الاستخدام يتم تبنيها بشكل واسع عند الرغبة في التحوُّل إلى السحابة (Writer, 2013). هذه المنهجيات هي: إعادة إطلاق التطبيقات الإلكترونية الحالية في السحابة، أو إعادة تصميم التطبيق الإلكتروني ليتلاءم مع بيئة السحابة، أو استبدال التطبيق الإلكتروني بخدمة سحابية جاهزة.

تُسمَّى منهجية إعادة إطلاق التطبيقات الإلكترونية الحالية في السحابة بالتحوُّل المادي إلى افتراضي (P2V). تتطلب هذه المنهجية القيام بخمس خطوات رئيسية، هي:

١. إنشاء خوادم افتراضية (VMs) لمواءمة التطبيق الإلكتروني مع بيئة السحابة، وللاستفادة من الميزات التي تقدِّمها التقنية الافتراضية في السحابة.
٢. تهيئة وضبط قنوات اتصال التطبيق الإلكتروني بالموارد الأخرى في السحابة.
٣. نسخ الشفرات البرمجية للتطبيق وكذلك بياناته إلى الخوادم الافتراضية (VMs).

٤. إطلاق الخوادم الافتراضية (VMs) على السحابة.
٥. إعادة توجيه مستخدمي التطبيق إلى الموقع الجديد للخدمة عن طريق تزويدهم بعنوان رابط للخدمة (URL).

يمكن الاستعانة ببعض الأدوات الآلية للمساعدة في إطلاق التطبيق الحالي في السحابة بدلاً من إجرائها يدوياً، مثل: أداة (Microsoft Virtual Server Migration)، وأداة (VMware)، وأداة (AutoVirt).

يتم اللجوء إلى المنهجية الثانية، إعادة تصميم التطبيق الإلكتروني، بعد التمعُّن في نتائج تحليل مرحلتي التقييم وتحديد إستراتيجية التحوُّل للسحابة، انظر الشكل رقم (٦-٣). قد تُظهِر هذه النتائج الحاجة إلى الاستفادة من ميزات البيئة السحابية الجديدة، والتي تتيح الوصول إلى شريحة جديدة من العملاء؛ مما يتطلب ضرورة تحقيق متطلبات تقنية جديدة في الخدمة، وبالتالي ضرورة إجراء إعادة تصميم التطبيق الإلكتروني. إضافةً إلى ذلك، تتيح خدمة التحليلات (analytics) الموجودة في السحابة إمكانية التعرُّف على أنماط سلوك مستخدمي الخدمة السحابية، كما قد تساعد منصات التواصل الاجتماعي على وصول وانتشار الخدمة إلى قطاعات أعمال جديدة. قد تشكل كلُّ هذه الفوائد إضافات ذات قيمة لمالك الخدمة؛ الأمر الذي يتطلب إعادة تصميم التطبيق الإلكتروني ليتلاءم مع مثل هذه الخدمات على السحابة. يمكن الاستعانة ببعض الأدوات الآلية للمساعدة في إعادة تصميم التطبيق الإلكتروني، مثل: أداة (Microsoft Silverlight)، وأداة (Adobe Flex).

أما استبدال التطبيق الإلكتروني بخدمة سحابية جاهزة فذلك يعني التخلص من التطبيق الإلكتروني الحالي واستبداله بمنتج تجاري جاهز على السحابة (خدمة في SaaS) لأسباب غالباً ما تكون متعلقة بمتطلبات الأعمال بالنسبة للمستفيد. تناسبُ هذه المنهجيةُ المنظماتِ حديثةَ النشأة والأفرادَ، لأسباب متعلقة بالترشيد المالي مقارنةً بالخيارات الأخرى. كما تجذب المنظمات الكبرى ذات القدرات التقنية المتقدمة، خصوصاً عندما تكون تلك الخدمات الجاهزة لا تمثل نشاطاً رئيسياً لتلك المنظمات. على سبيل المثال، إذا كان النشاط الرئيسي لمنظمة ما هو تقنية المعلومات، فلا ينبغي أن تقوم بتصميم نظام إلكتروني لخدمة إدارة علاقات العملاء (CRM) وهي تستطيع الحصول عليه وبتكلفة معقولة كخدمة (SaaS). ما يعيب هذا الخيار هو انخفاض مستوى التحكم المتاح للمستفيد لتخصيص أو تعديل شفرات التطبيق الإلكتروني ليحقق جميعَ احتياجات المستفيد. إلا أنه يمكن تخفيف أثر هذا العيب

عن طريق إجراء اختبارات مكثفة على الخدمة السحابية قبل شرائها؛ لضمان أن تكون مستويات الإتاحة والاعتمادية مرتفعة، وجميع الوحدات الوظيفية في الخدمة السحابية تحقِّق متطلبات مستخدم الخدمة.

قد تواجه عملية التحوُّل إلى السحابة تحديات كثيرة تؤدي إلى فشلها، ومن هذه التحديات: عدم وجود أهداف مقنعة للقيام بعملية التحوُّل، أو عدم وجود دعم كافٍ من قيادات المنظمة، أو نقص في وجود الموارد البشرية المؤهلة أو نقص في الموارد المالية؛ لذا من الضروري توفير البيئة المناسبة لإنجاح عملية التحول إلى السحابة عن طريق دعم وتعزيز عوامل النجاح التالية:

- وجود أهداف مقنعة للتحوُّل إلى السحابة:
على غرار مشاريع التقنية الأخرى، يحتاج مشروع التحوُّل إلى السحابة تحديد الأهداف بوضوح، وتشكيل فريق عمل مؤهل، والالتزام بالفترة الزمنية المعطاة للتحوُّل، والالتزام بالميزانية المالية المحددة، وضمان استمرار التواصل بين أصحاب المصلحة في هذا المشروع. يسهل تحديد الأهداف من خلال الإجابة عن تساؤلات مطروحة، مثل: ما هي الاحتياجات المطلوب تنفيذها؟ ومَن سيقوم بتنفيذها؟ ومتى سيتم تنفيذها؟ وكيف سيتم تنفيذها؟

- التزام قيادات المنظمة المستفيدة بتوفير الدعم الكافي لإنجاح مشروع التحول إلى السحابة:
يمكن الحصول على هذا الالتزام من خلال النجاح في تقديم أهداف تُقنع قيادات المنظمة بضرورة القيام بالتحوُّل. وتنطوي استمرارية وجود هذا الدعم أيضاً على الالتزام بتوفير الموارد البشرية والمالية، وتذليل الصِّعاب التي قد تؤدي إلى تأخير مشروع التحوُّل.

- توفير الموارد المناسبة لمشروع التحوُّل إلى السحابة:
تشير الموارد هنا إلى الموارد البشرية العارفة بالبيئة التقنية الحالية والبيئة السحابية، والموارد المالية الكافية لتغطية جميع تكاليف المشروع، ووجود رئيس فريق للمشروع يكون على مستوى من الخبرة والدراية تكون كافية لتشكيل فريق عمل متجانس، وعمل خطة مشروع، ويضمن تنفيذ المشروع في حدود القيود البشرية والمالية الموفَّرة له.

- استمرار التنسيق والتواصل مع جميع الأطراف ذات العلاقة بعملية التحوُّل إلى السحابة من قيادات المنظمة، وفريق العمل، والمستخدمين النهائيين للخدمة.

٤/٦ دور المستفيد في تفعيل عمل السحابة:

في بيئة الحوسبة السحابية، قد يكون المستفيد منظمةً أو فرداً، بحيث يقوم باستخدام الموارد التقنية السحابية (برمجيات أو تجهيزات مادية) المتاحة على هيئة ثلاثة نماذج من الخدمات، هي: البرمجيات (SaaS)، أو المنصات (PaaS)، أو البنية التحتية (IaaS). عند مقارنة مستويات الأعباء الإدارية المنوطة بالمستفيد في كلٍّ من البيئة التقليدية (حيث يكون مطوراً ومشغلاً ومستخدماً) وفي البيئة السحابية، نجد أنها تكون بالتأكيد أكثر في البيئة التقليدية من عدة أبعاد، تشمل مستويات التحكُّم في الموارد، وضبط الإعدادات، ومراقبة الأداء بشكل عام، وضبط التعامل مع أعباء منخفضة ومرتفعة على الموارد، بالإضافة إلى العديد من المهام الإدارية الأخرى. كما أنه عند مقارنة مستويات الأعباء الإدارية المنوطة بالمستفيد داخل السحابة نفسها، نجد أنها تختلف أيضاً حسب الدور المنوط به في أحد النماذج الثلاثة لخدمات الحوسبة السحابية: البنية التحتية كخدمة (IaaS)، والمنصة كخدمة (PaaS)، والبرمجيات كخدمة (SaaS)، انظر الجدول رقم (٥-٤) من الفصل الخامس.

نستعرض في هذا الجزء أبرز الأدوار والمسؤوليات المتعددة التي يقوم بها المستفيد حسب نموذج خدمة الحوسبة السحابية (IaaS, PaaS, SaaS) الذي يعمل به، حيث تختلف هذه الأدوار والمسؤوليات؛ نظراً لاختلاف مستويات التحكم في الموارد التقنية التي تُمنح للمستفيد في كل واحد من هذه النماذج الثلاثة.

في البنية التحتية كخدمة (IaaS)، يستطيع المستفيد الوصول إلى الخوادم الافتراضية (VMs) من خلال بوابة على شبكة الإنترنت تمكِّنه من الوصول إلى نظام إدارة عن بُعد للقيام بمهام ضرورية لتفعيل دوره كمستفيد من البنية التحتية كخدمة (IaaS). وهذه المهام هي:

- ضبط خصائص القابلية للتوسُّع والانكماش في الموارد التقنية؛ كجعلها ذاتية التشغيل أو تشغيل ميزة التوازن في الأعباء.
- ضبط دورة حياة الموارد التقنية الافتراضية على السحابة (تشغيل المورد، إيقافه، إعادة تشغيله).
- التحكُّم في البيئة الشبكية الافتراضية وضوابط الدخول على الشبكة (كالجدران النارية).
- التحكم في شروط الاستخدام وحسابات المشتركين.
- إدارة حجوزات موارد السحابة (كتخصيص خادم افتراضي بمستخدم قبل استخدامه).

- إدارة شهادات التصديق الرقمية والكلمات السرية لإداريي موارد السحابة (administrators) باستخدام خدمة إدارة الهوية والوصول (IAM).
- إدارة وتهيئة كل ما يتعلق بأمن البنية التحتية الافتراضية.
- إدارة المخزن المخصَّص للصورة الافتراضية للخادم (عمل نسخ احتياطية منه، أو ترحيله، أو جلبه).
- إدارة خيارات الإتاحة العالية (تجاوز الفشل، تجميع الموارد التقنية).
- اختيار ومراقبة مقاييس اتفاقية مستوى الخدمة (SLA) الخاصة بالبنية التحتية كخدمة (IaaS).
- اختيار البرمجيات الأساسية (مثل، أنظمة التشغيل والبرمجيات المثبتة مسبقاً للخوادم الافتراضية الجديدة).
- تحديد الخيارات المتاحة من التجهيزات المادية وتهيئتها (مثل: تحديد قدرات المعالجة لوحدة المعالجة المركزية CPU، والذاكرة الرئيسية RAM، وخادم التخزين).
- تحديد الموقع الجغرافي لاستضافة موارد السحابة.
- إدارة ومتابعة التكاليف المادية.

في المنصة كخدمة (IaaS)، يستطيع المستفيد (وهو مطور الخدمة السحابية في هذه الحالة) استخدام بيئة تطوير متكاملة تُسمَّى PaaS IDE، لتطوير التطبيقات الإلكترونية واختبارها وتشغيلها؛ إما على السحابة أو محليًّا في مركز بياناته، ثم يتم بعد ذلك تحميل التطبيق المكتمل والمُترجَم إلى السحابة وإطلاقه على بيئة جاهزة. هناك العديد من بيئات التطوير المتكاملة المتاحة للمطور على السحابة، مثل: (Cloud9, OxE, Neutron, Orion, shiftEdit)، إلا أنها تشترك جميعاً في عرض أدوات رئيسية فيها، مثل: لغات البرمجة، ومكتبات البرمجيات الجاهزة الاستخدام، ومكتبات الأصناف الجاهزة الاستخدام، والأُطُر (frameworks)، وواجهات التطبيقات البرمجية (APIs). يستطيع المستفيد الوصول إلى بيئة التطوير PaaS IDE من خلال بوابة على شبكة الإنترنت للقيام بمهام ضرورية لتفعيل دوره كمستفيد من المنصة كخدمة (PaaS). وهذه المهام هي:

- التحكم في شروط الاستخدام وحسابات المشتركين.

- اختيار منصة البرمجيات وأُطُر التطوير.
- اختيار وسائط التخزين السحابية وخصائصها لاستخدامها كمخزن بيانات للخدمة الإلكترونية.
- ضبط دورة حياة التطبيق الإلكتروني المطوَّر على منصة (PaaS) (إطلاق التطبيق على السحابة، بدء تشغيله، إيقافه، إعادة تشغيله، إلغاؤه).
- التحكم في إصدارات التطبيق وتشغيل المناسب منها.
- تهيئة الآليات المتعلقة بمستويات إتاحة التطبيق على السحابة ومستوى الاعتمادية له.
- إدارة شهادات التصديق الرقمية للمطورين وإداريي موارد السحابة باستخدام خدمة إدارة الهوية والوصول (IAM).
- إدارة إعدادات الأمان العامة، مثل مداخل الوصول الشبكية (ports).
- اختيار ومراقبة مقاييس اتفاقية مستوى الخدمة (SLA) الخاصة بالبرمجيات كخدمة (PaaS).
- إدارة ومراقبة استخدامات الخدمة والتكاليف المادية لموارد السحابة المخصصة.
- ضبط خصائص التوسُّع والانكماش، مثل حصص الاستخدام المحددة مسبقاً.
- تهيئة آلية عمل موازِن الأحمالِ (load balancer).

في البرمجيات كخدمة (SaaS)، يستطيع المستفيد الاستخدامَ والوصول إلى التطبيقات السحابية التي يملكها ويستضيفها في الغالب طرفٌ ثالث، وبالتالي يتخلص هذا المستفيد من مسؤولية صيانة وإدارة البيئة المُستضيفة والمصاحبة للتطبيق السحابي. يتم تصميم التطبيقات السحابية كخدمات عامة يتشارك في استخدامها شريحة واسعة من المستفيدين؛ الأمر الذي يعني أنه لا يُتاح لمستخدمي الخدمة السحابية تكييفها بما يتطابق بشكل كامل مع متطلباتهم (مثال شائع على خدمة SaaS هو تطبيق قوقل مابز Google Maps). تقتصر خيارات تكييف وتخصيص الخدمة السحابية بالنسبة للمستفيد على ضبط استخدامات وقت التشغيل، والتي يتم توليدها تلقائياً وبشكل مصاحب لتشغيل الخدمة، على سبيل المثال:

- إدارة وتهيئة ما يتعلق بأمن الخدمة السحابية.
- إدارة خيارات الإتاحة والاعتمادية.

- إدارة ومراقبة التكاليف المادية المتعلقة بالخدمة السحابية.
- إدارة حسابات المستخدمين وملفاتهم الشخصية وصلاحيات دخولهم للخدمة.
- اختيار ومراقبة مقاييس اتفاقية مستوى الخدمة (SLA) الخاصة بالبرمجيات كخدمة (IaaS).
- ضبط خصائص التوسُّع والانكماش بحيث تكون يدويةً أو تلقائية.

٥/٦ إدارة البنية التحتية للسحابة:

تُعتبَر البنية التحتية التقنية بمثابة العمود الفقري للسحابة، إذ إنَّ أداءَها لمهامها بدون خلل يمثِّل المؤشر الأول لجودة الخدمة المقدَّمة. فإذا لم تتم إدارة البنية التحتية التقنية على الوجه الأمثل، فقد يؤدي ذلك إلى فشل عمل السحابة بالكامل، وبالتالي التأثير سلباً على جودة الخدمة. وحيث إنَّ البنية التحتية التقنية عبارة من مجموعة من الموارد المتنوعة من برمجيات وتجهيزات مادية، فإنَّ العنصر الرئيسي في نجاح إدارة السحابة هو إدارة تلك الموارد بكفاءة وفاعلية.

هناك العديدُ من المهام التي تؤديها إدارة الموارد، مثل: جدولة تنفيذها للمهام، وإتاحة المزيد منها للاستخدام لمواجهة الأعباء المتزايدة، أو تخفيض أعدادها عند انخفاض تلك الأعباء، وموازنة أعباء المهام الموجهة إلى الموارد عن طريق توزيعها على أكثر من مورد لتجنُّب إغراق مورد وحيد بكمٍّ هائل من الطلبات، وتحسين أداء هذه الموارد (كتعزيز دور الخوادم ووسائط التخزين)، وترقية البرمجيات وصيانتها واستبدالها وتحديثها. يتم إدارة بعض هذه المهام بشكل آلي أو تلقائي عن طريق البرمجيات الأساسية كأنظمة التشغيل التي تقوم بجدولة تنفيذ المهام الداخلية، وكذلك التحكم في الأداء الداخلي للسحابة. إنَّ كثرة الموارد التقنية الموظَّفة في السحابة واختلاف أنواعها ومورديها وتعدُّد إصداراتها، يجعل منها نظاماً معقداً للغاية، ويزداد هذا التعقيد بوجود خاصية مشاركة عدد كبير من المستفيدين في استخدام تلك الموارد؛ الأمر الذي يضيف عبئاً آخر يستوجب ضمان أن يتم تشغيل الموارد بشكل مثالي وبجودة عالية.

تؤدي الإدارة الضعيفة للموارد السحابية إلى ظهور بعض المشاكل المتعلقة بجودة أداء السحابة، وتشغيل وظائفها، والكُلفة المادية. فيما يتعلق بالأداء، فإنَّ الإخلال بإدارة أي مورد في السحابة قد يؤثر ذلك على أداء السحابة بأكملها. لذا يُعتبَر الأداء أحدَ أهم الخصائص

النوعية للخدمات السحابية، ويتم قياسه بمؤشرات عديدة، من أهمها: وقت الاستجابة للخدمة السحابية، وأداء الشبكة الحاسوبية الداخلية، وأداء الخوادم. غالباً ما يكون الأداء عنصراً رئيسياً يتمُّ الإشارة إليه في اتفاقية مستوى الخدمة (SLA)، والذي يحرص مزود الخدمة على الوفاء بمتطلباته وتحقيقه بتحقيق مستويات مرتفعة لمؤشراته. فيما يتعلق بتشغيل وظائف السحابة، فذلك يشير إلى بُعدين اثنين، هما: مدى قدرة الخدمة السحابية على تنفيذ المهمة المستهدفة بشكل كامل، ومدى سهولة تنفيذ تلك المهمة. على سبيل المثال، إذا كانت الخدمة السحابية هي تخزين بيانات مستفيد في وسيط تخزيني (مثل: Amazon S3)، فينبغي أن تنجح الخدمة في تخزين البيانات المستهدفة بشكل كامل دون اجتزاء، وكذلك ينبغي أن يكون تنفيذ هذه العملية سهلاً ومتناسقاً. إنَّ أهمية خاصية تشغيل وظائف السحابة تحتم أن يعتني مزود الخدمة بها مهما كانت كلفتها المادية، فعند وجود إخلال في تشغيل وظائف السحابة ينتفي الغرض من الصيانة والإنفاق على السحابة بأكملها بالنسبة لمزود الخدمة، كما يؤدي ذلك إلى الإخلال ببنود اتفاقية مستوى الخدمة (SLA). أخيراً فيما يتعلق بالكُلفة المادية، فإنَّ القاعدة المرتبطة بها هي أن الإدارة الفاعلة للموارد تكون مقرونةً على الدوام بإنفاق مادي أقل. عندما يتحمل مزود الخدمة تكاليف مادية أقل لإدارة موارد السحابة سوف يسعى بالتأكيد إلى تخفيض رسوم الخدمات السحابية بغرض بناء قاعدة جيدة من المستفيدين؛ الأمر الذي يعني زيادة إقبال المستفيدين على الاستفادة من الخدمات بغرض زيادة هامش أرباحهم أيضاً. على النقيض من ذلك، عندما ترتفع التكلفة المادية لإدارة موارد السحابة سيؤدي ذلك إلى ارتفاع تكلفة الوصول إليها، وزيادة في رسوم الخدمات السحابية، وبالتالي تحميل المستفيد هذه الزيادة في التكلفة. مع زيادة رسوم الخدمات السحابية تنخفض إمكانية بناء قاعدة واسعة من المستفيدين، ومن ثَمَّ تحقيق نمو محدود لقطاع صناعة الخدمات السحابية.

هناك أيضاً ثلاثة محاور ترتبط ارتباطاً وثيقاً بعملية إدارة الموارد السحابية. هذه المحاور هي: استهلاك الطاقة، وتذبذب الأعباء السحابية، وحوكمة السحابة.

أولاً، تسمح مشاركة الموارد السحابية التي تتيحها الحوسبة السحابية بين عدة مستفيدين مستقلين بمشاركة التكاليف المادية أيضاً فيما بينهم؛ مما يؤدي ليس فقط إلى تحسين مستوى الاستخدام والكفاءة للموارد، خصوصاً في تلك الحالات التي لا يكاد يتخطى مستوى الاستخدام ١٠% إلى ٢٠%، بل إلى توفير استهلاك الطاقة تحقيقاً لمبدأ التقنية الخضراء، من خلال إدارة فاعلة للموارد السحابية تتمثل في وجود خصائص تقنية تساعد على موازنة الأعباء

فيما بين الموارد، ومن خلال تخصيص المهام والتحكم والرقابة الذاتية الآنية. وبذا فإن المحصلة النهائية لمشاركة كل هذه التكاليف المادية هو رفع نسبة العائد على الاستثمار بالنسبة لمزود الخدمة عند توزيع قدرات ووقت المورد التقني على أكثر من مستفيد في نفس الوقت.

ثانياً، يُقصَد بتذبذب الأعباء السحابية استمرارية تغيُّر (زيادةً أو انخفاضاً) الأعباء العملية في السحابة. على سبيل المثال، عند توقع أن يكون عدد المستخدمين لخدمة سحابية (كالتقدُّم لوظيفة) ١٠٠ ألف متقدم، بينما يصبح العدد الفعلي ٢٠٠ ألف متقدم (زيادة عن المتوقع)، أو ربما يصبح ٥٠ ألف متقدم (انخفاض عن المتوقع). يمكن تقسيم تذبذب الأعباء إلى نوعين اثنين: مُتوقَّع، وغير مُتوقَّع. بالنسبة للتذبذب المتوقع يسهل التعامل معه، حيث يمكن تهيئة موارد السحابة مسبقاً للتعامل مع سيناريوهات مختلفة لطبيعة تلك التذبذبات. على النقيض من ذلك، فإنه يصعب التعامل مع التذبذبات غير المتوقعة إلا بالقياس على حالات سابقة وتحديد فتراتها الزمنية، ومن ثَمَّ التهيؤ لها. ما لم يكن هناك إدارة فاعلة للموارد تتضمن وجود سيناريوهات جاهزة للتطبيق عند حدوث تغيُّر مهم في أعباء العمليات السحابية، فإنَّ حدوث خلل في الخدمة السحابية أمرٌ حتمي يؤدي إلى الفشل في تحقيق متطلبات اتفاقية مستوى الخدمة (SLA) ومخالفة بنودها.

ثالثاً، تُعرَف حوكمة السحابة بأنها مفهوم يشير إلى تطبيق مجموعة من المبادئ والإجراءات على استخدام الخدمات السحابية؛ بهدف حفظ حقوق كلٍّ من مزود الخدمة والمستفيد منها. على الرغم من وجود علاقة وثيقة بين حوكمة السحابة وإدارة مواردها، إلا أن هناك اختلافًا بينهما لشمولية مفهوم حوكمة السحابة التي تغطي ثلاثة أبعاد رئيسية:

- **البعد التقني،** ويشمل كيف يقوم مزود الخدمة بـ:
  - دعم إدارة التغيير.
  - توفير الإتاحة العالية.
  - إتاحة التوسُّع والانكماش في استخدام الموارد.
  - توفير إجراءات للتعامل مع الفشل في حال وقوعه.
  - توفير إجراءات أمنية عند استخدام الإنترنت.
  - توفير إجراءات أمنية للموارد الفعلية.
- **البعد القانوني،** ويشمل أهم القضايا التي ينبغي الإشارة إليها في اتفاقية مستوى الخدمة (SLA):

- معايير الخدمة السحابية التي يجب الحفاظ عليها.
- الاحتفاظ بحقوق ملكية البيانات.
- موقع مركز البيانات.
- حقوق الخصوصية.
- مسؤولية اختراق وتسرُّب البيانات.
- السياسات والإجراءات المتبعة في حال وقوع أي تهديد أمني، كالاختراق أو التسرُّب.
- التعافي من الكوارث.
- كيفية معالجة المشاكل حال وقوعها.
- الالتزامات المترتبة على بداية ونهاية اتفاقية مستوى الخدمة.

– **البعد المهني**، ويشمل:

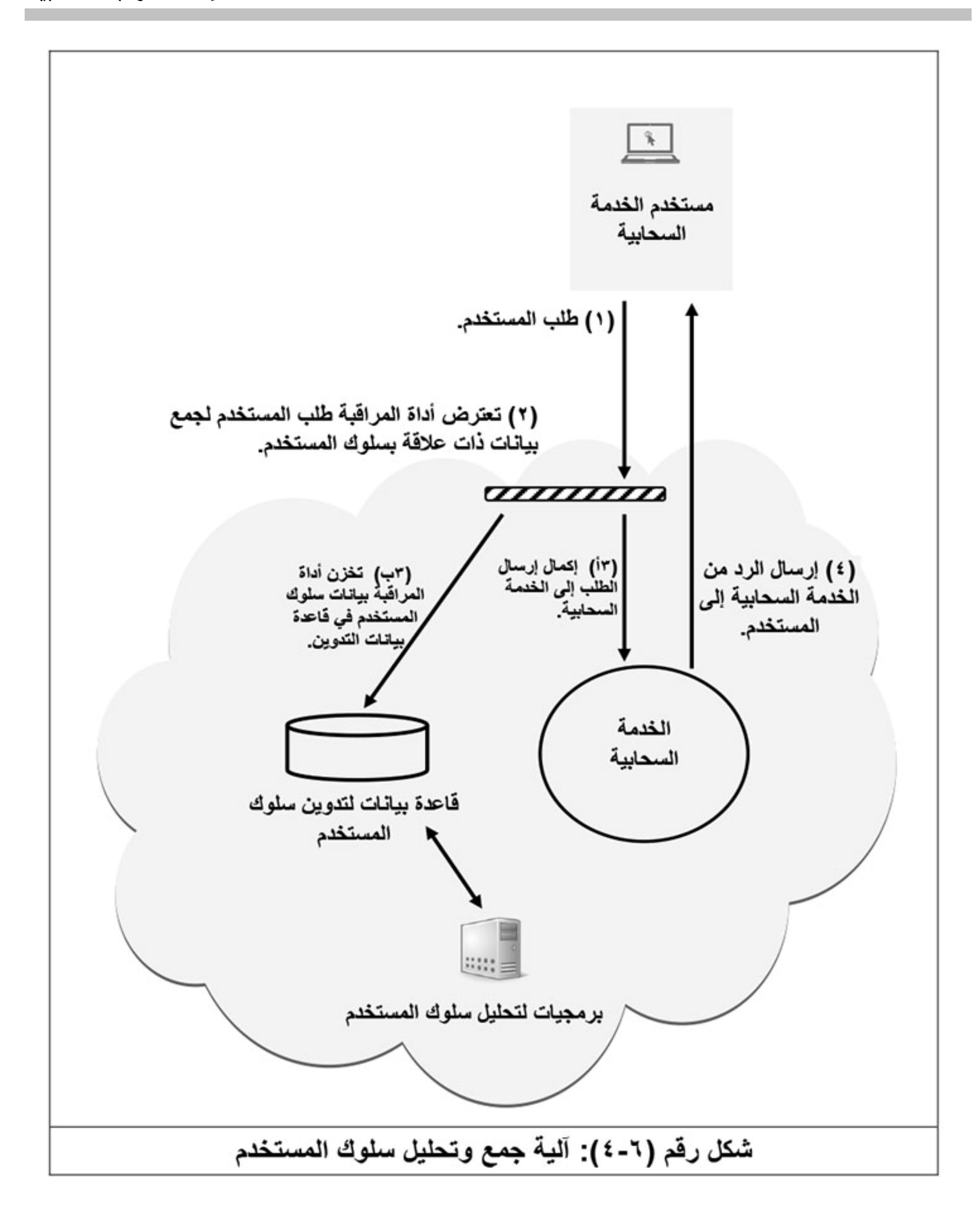
- سمعة مزود الخدمة السحابية.
- الاستقرار المالي لمزود الخدمة السحابية.
- العمر الزمني لمزود الخدمة السحابية في مجال الحوسبة السحابية.
- الممارسات الإدارية لمراكز بيانات مزود الخدمة السحابية.

تمثِّل اتفاقية مستوى الخدمة جانباً مهماً من جوانب حوكمة السحابة، إذ تغطي مجموعة من القواعد والبنود التي يتم الاتفاق عليها بين مزود الخدمة والمستفيد منها، كما أنها تحدِّد عوامل جودة الخدمة. في حال عدم الالتزام ببنودها، يتعين على المخالف دفع الغرامة المنصوص عليها. هناك العديد من المقاييس الإحصائية الشائعة في كل اتفاقية مستوى خدمة، مثل: نسبة إتاحة الخدمة السحابية، ووقت تحميل صفحة الويب، ووقت معالجة المعاملات الإلكترونية، ووقت الاستجابة للطلبات الموجهة إلى التطبيقات الإلكترونية، ووقت إصلاح الأعطال، إضافة إلى العديد من البيانات الأخرى. يتم التتبُّع والإبلاغ عن هذه المقاييس ومشاركتها عن طريق نظام إلكتروني يقوم بالتسجيل والتتبُّع والمراقبة. هذا النظام هو نظام إدارة اتفاقية مستوى الخدمة (SLA). يقوم هذا النظام بمهام أساسية، مثل الجمع والتخزين والإبلاغ عن البيانات الأساسية (أو المقاييس الإحصائية) لاتفاقية مستوى الخدمة. كما يقوم النظام بإرسال التنبيهات اللازمة عن حالة تشغيل الخدمات والموارد السحابية إلى نظام الإدارة عن بُعد، للقيام بالتغذية الراجعة اللازمة لضمان تماشي مقاييس الخدمة أو المورد السحابي مع ما جاء في اتفاقية مستوى الخدمة.

٦/٦ إدارة تطبيقات السحابة:

تتزايد أعداد المنظمات التي تصبو إلى بناء تطبيقاتها الإلكترونية على المنصات السحابية أو نقلها إليها، بغرض تحسين أدائها ومرونتها في التكيف مع الاحتياجات المتغيرة بشكل مستمر نتيجةً للعولمة التي تتغلغل في مجال الأعمال بشكل متسارع؛ مما يتطلب سرعة في الاستجابة لهذه الاحتياجات. غالباً ما يجلب هذا التحول إلى بيئة السحابة تعقيدات جديدة، تتمثل في زيادة مكونات هذه التطبيقات، وتجعل التعامل معها أكثر عمقاً. قد يتطلب الأمر لمجابهة هذه التعقيدات ضرورة زيادة بعض القدرات التقنية، مثل سِعَات التخزين وقواعد البيانات التي يقدمها مزودو الخدمات السحابية. وقد لا يقتصر الأمر على ذلك بل يتعداه إلى ضرورة الاستعانة بمزود خدمة آخر يتيح خدمات سحابية جاهزة (خدمات البرمجيات كخدمة - PaaS)، مثل: خدمة اصطفاف الرسائل، أو خدمة التحكم في الوصول إلى الموارد التقنية وإدارة الهوية والحسابات، أو خدمة علاقات العملاء (CRM). لذلك من الضرورة عند الرغبة في الاستعانة بخدمة سحابية جاهزة، أو نقلها من البيئة الداخلية للمنظمة إلى السحابة، أو حتى تطويرها على منصة سحابية، أن يتم التأكد من طبيعة البنية التحتية التقنية التي تتطلبها، والتطبيقات الأخرى التي تحتاج التفاعل معها، وكيفية صيانتها أثناء تشغيلها.

تتطلب الطبيعة المركبة للتطبيقات السحابية النظر بشمولية إلى جميع الخدمات والتطبيقات ذات العلاقة؛ للتأكد من نسب إتاحتها أثناء التشغيل الفعلي. من هنا تبرز أهمية إدارة تطبيقات السحابة التي تحمل على عاتقها معالجة هذه المشاكل وتقديم الحلول المناسبة لها. تساعد الإدارة الفاعلة لتطبيقات السحابة في تطبيق سياسات المنظمة المستفيدة وتنفيذ إجراءاتها من خلال القيام بالعمليات الإدارية الأساسية؛ كالمراقبة والحوكمة والمراجعة والتدقيق، خلال فترة تشغيل التطبيق على السحابة. من خلال المعلومات التي يتمُّ جمعها كمخرجات لهذه العمليات الإدارية على التطبيق الإلكتروني، وتسجيل الأحداث المهمة التي تتم أثناء عملية التشغيل، ومن ثَمَّ تحليلها، يمكِّن كلُّ ذلك من اتخاذ القرارات المناسبة التي قد تكون على شكل زيادة في القدرات والسعات التقنية أو حتى ضرورة تقديم خدمات جديدة مساندة. علاوةً على ذلك، يتوجب دعم إدارة التطبيقات السحابية بمجموعة من الأدوات والإجراءات اللازمة للتمكُّن من إدارة بيئات إلكترونية أخرى يتزامن ضرورة تشغيلها مع تشغيل التطبيقات السحابية، مثل:



شكل رقم (٦-٤): آلية جمع وتحليل سلوك المستخدم

- نظام إدارة الفوترة الذي يتزامن تشغيله مع الخدمات السحابية بمقابل مادي (ومن أمثلة تطبيقات إدارة الفوترة: FreshBooks، Xero، Tipalti، Zoho Books، Scoro).

يوضح الشكل رقم (٣-٤) من الفصل الثالث، آلية عمل نظام إدارة الفوترة كواحد من ضمن أربعة أنظمة آلية رئيسية تُستخدَم لإدارة بيئة الحوسبة السحابية.

- تطبيقات تحليل سلوك المستخدم لاستكشاف أنماط كيفية استخدام الخدمة السحابية بغرض تطوير الخدمة في إصداراتها القادمة (ومن أمثلتها: *Bime*، و*SproutSocial*). يوضح الشكل رقم (٦-٤) آلية جمع وتحليل سلوك المستخدم.

الفصل السابع

التقنية الافتراضية

يستعرض الفصل السابع مفهوم التقنية الافتراضية (virtualization) عبر تقديم تعريف مؤصَّل لها. تهدف التقنية الافتراضية إلى زيادة الانتفاع من الموارد الحاسوبية بأكبر قدر ممكن، وزيادة العائد على الاستثمار لِمَنْ يملك تلك الموارد التقنية. كما أنها تسمح بمشاركة نفس المورد التقني بين العديد من المستفيدين، وتساعد على إعطاء مستويات مختلفة لمبدأ إخفاء تفاصيل التعامل المباشر مع الموارد التقنية المتاحة بالنسبة للمستفيد وترك ذلك لمزود الخدمة. ثم يستعرض هذا الفصل الفوائدَ والمساوئ من استخدام التقنية الافتراضية، ويتطرق إلى أنواع الموارد التي يمكن تحويلها افتراضياً؛ كالخوادم، ومخازن البيانات، والشبكة، والقدرة الحاسوبية. ويتم التطرُّق إلى المنهجيات الثلاث للتقنية الافتراضية، وهي: (١) الافتراضية الكاملة، و(٢) الافتراضية الجزئية، و(٣) الافتراضية المُمكنة بالتجهيزات المادية. ثم يتم استعراض مفهوم برمجية التقنية الافتراضية التي يتمُّ توظيفها لإدارة ومراقبة البيئة الافتراضية، ويتم استعراض أشهر الأدوات البرمجية لتطبيق هذا المفهوم. ويُختتَم هذا الفصل باستعراض أبرز معوقات عمل التقنية الافتراضية؛ كالقصور في تقديم الدعم الفني، ومستوى الأمان، وزيادة الأعباء وتأثيرها على الأداء، ومشكلة عدم التوافقية، والتحديات الإدارية.

١/٧ مقدمة:

تُعتبَر التقنية الافتراضية مكوِّناً أساسياً للبنية التحتية التقنية للسحابة، إذ تسهم في تفعيل وتطبيق الخصائص الأساسية للحوسبة السحابية بشكل مباشر وغير مباشر. تحديداً، تسهم التقنية الافتراضية بشكل مباشر في تطبيق خاصية " الحوسبة السحابية عبارة عن تجمُّع واسع من الموارد الحاسوبية "، وخاصية " الحوسبة السحابية ذات مرونة سريعة في تخصيص وتحرير تلك الموارد"، في حين تُسهم بشكل غير مباشر في تفعيل الخصائص الثلاث الأخرى، انظر الشكل رقم (٢-١) من الفصل الثاني. قبل ظهور التقنية الافتراضية، كان من المعتاد أن يتم تخصيص قدرات المورد الحاسوبي الواحد (خادم، مخزن، شبكة) لأداء مهام محددة في أوقات معينة لمستفيد واحد في مركز البيانات الخاص به، مع عدم إمكانية استغلال هذا المورد الحاسوبي لأداء مهام أخرى في أوقات أخرى ولمستفيدين آخرين؛ وبذا تنتفي إمكانية

مشاركة قدرات هذا المورد خلال أوقات ركوده (أوقات عدم تخصيص مهام له). ومع ظهور الحوسبة السحابية وتوظيف التقنية الافتراضية كطبقة وسيطة تعلو طبقة البنية التحتية التقنية، أصبح التعامل مع هذه البنية افتراضياً بشكلٍ غير مباشر مروراً بطبقة وسيطة تُسمَّى بالطبقة الافتراضية. إنَّ التحوُّل من التعامل المباشر مع البنية التحتية إلى التعامل غير المباشر في بيئة الحوسبة السحابية عبر واجهات برمجية سهلة الاستخدام، قد حفَّز الكثيرَ من المنظمات الصغيرة والمتوسطة التي لا تستطيع تحمّل تكاليف شراء التجهيزات المادية على اقتناء موارد البنية التحتية التقنية كخدمة سحابية مدفوعة الثمن حسب مقدار الاستخدام، وفي ظرف دقائق معدودة عبر شبكة الإنترنت. وبشكل عام، هناك ثلاثة مبادئ أساسية مكَّنت من تغيير مفهوم التعامل مع طبقة البنية التحتية، وهذه المبادئ هي: التقنية الافتراضية، وتقنية توزيع الأحمال، وإمكانية التزويد بالموارد الحاسوبية حسب الطلب. وتزيد التقنية الافتراضية من مستوى الانتفاع بالقدرات غير المُستَغلَّة للموارد التقنية، وتسمح بمشاركة نفس المورد التقني بين العديد من المستفيدين، ومن ثَمَّ توفير استهلاك الطاقة تحقيقاً لمبدأ التقنية الخضراء (Green IT)، وزيادة العائد على الاستثمار بالنسبة لمزود الخدمة، وتسهيل إدارة الموارد المخصصة للمستفيد.

٢/٧ تعريف التقنية الافتراضية:

كما هو الحال مع ظهور أي مصطلح جديد في عالم تقنية المعلومات، يغيب وجود تعريف موحَّد للتقنية الافتراضية مُتّفَق عليه بين كل المهتمين بها، من باحثين وخبراء وممارسين. وبمراجعة الأدبيات العلمية التي تتطرق إلى التقنية الافتراضية، يُلاحظ وجود تفاوت في التعريفات المقدَّمة إلا أنها تتشابه في المفهوم العام وتختلف في التفاصيل. نستعرض في هذا الجزء من الفصل السابع خمسة تعريفات للتقنية الافتراضية، ثم نقوم باستنتاج تعريف شامل لها.

يعرِّف بيرنارد قولدين (Bernard Golden, 2011) التقنية الافتراضية بأنها أسلوب يقوم على تجميع ومشاركة الموارد التقنية في السحابة بغرض تبسيط إدارتها، والرفع من مستوى استخدامها حتى تصبح أكثر جاهزية لتلبية متطلبات الأعمال. ولتوضيح مفهومها وفوائدها، ينظر بيرنارد قولدين إلى التقنية الافتراضية من خلال ثلاثة أبعاد:

- من خلال بُعد الخوادم والشبكات، يتم استخدام التقنية الافتراضية لتوظيف مورد تقني واحد، ومن ثَمَّ تشغيله وكأنه عدة موارد تقنية؛ الأمر الذي يؤدي إلى تحسين استغلال

هذه الموارد والرفع من كفاءة استخدامها، وتخفيض التكاليف المالية من خلال تخفيض الحاجة إلى اقتناء موارد تقنية جديدة.

- من خلال بُعد التخزين والشبكات، يتم التعامل مع التجهيزات التقنية المادية في السحابة بشكل غير مباشر من خلال طبقة وسيطة، ويسمح ذلك بتجميع وعرض موارد تقنية متعددة على التطبيقات الإلكترونية وكأنها مورد تقني كبير ووحيد؛ الأمر الذي يبسِّط معمارية التطبيقات الإلكترونية والخوادم، ويخفِّض التكاليف بشكل كبير.
- من خلال بُعد سطح مكتب المستفيد، يتم توظيف التقنية الافتراضية لإدارة البيانات والتطبيقات الإلكترونية بشكل مركزي لتخفيض التكاليف الإدارية والمخاطر المرتبطة بالبيانات.

ويعرِّف أندي مان (Andi Mann, 2006) التقنية الافتراضية بأنها تقنية تقوم على إخفاء الخصائص المادية الخاصة بالموارد الحاسوبية عن الأسلوب الدارج الذي تتعامل به الأنظمة والتطبيقات الإلكترونية والمستخدمون النهائيون مع هذه الموارد. ويشمل ذلك توظيف التقنية الافتراضية للمورد المادي الواحد (كالخادم ونظام التشغيل والتطبيق الإلكتروني ووسيط التخزين) وكأنه عدة موارد تقنية منطقية (وليست مادية)، كما يشمل أن تُوظِّف التقنية الافتراضية عدة موارد تقنية مادية (كالخوادم، ووسائط التخزين) وكأنها مورد تقني منطقي وحيد.

أمَّا لوقاناياجي وآخرون (Loganayagi et al., 2010) فيعرّفون التقنية الافتراضية بأنها تقنية تسمح بإنشاء طبقة افتراضية وسيطة من الموارد التقنية، وتُخفي تعقيدات البيئة العاملة من التجهيزات المادية والبرمجيات. وتوفِّر التقنية الافتراضية استقلاليةً كاملة للتجهيزات المادية، وفصل نظام التشغيل الخاص بالمستفيد من البيئة المحيطة، وتغليف الخادم الافتراضي المخصص للمستفيد في ملف وحيد. ويشير كارين سكارفون وآخرون (Scarfone et al., 2011) إلى أن التقنية الافتراضية قد غيَّرت النظرة إلى استغلال الموارد التقنية من منظور مادي إلى منظور منطقي، حيث تهدف إلى الانتفاع من الموارد التقنية بشكل كبير وفي الوقت نفسه تخفيض تكاليف استخدامها. ويمكن تحقيق ذلك من خلال تجميع الموارد الساكنة (غير المُستغلَّة) في تجمُّع مشترك، ومن ثمَّ إنشاء مجموعة خوادم افتراضية مختلفة عن بعضها البعض، من حيث كمية وأنواع الموارد التقنية المرتبطة بها لأداء مهام متعددة في نفس الوقت، على أن يتم تخصيص الموارد وتحريرها وتغييرها بشكل مرن حسب الحاجة.

أخيراً، يعرِّف المعهد الوطني للمعايير والتقنية (NIST) التقنية الافتراضية بأنها محاكاة للبرمجيات و/أو التجهيزات المادية التي يتم عليها تشغيل البرمجيات الأخرى.

من خلال استعراض التعريفات السابقة للتقنية الافتراضية، نجد أنها على وجه خاص، وغيرها في الأدبيات العلمية الأخرى بوجه عام، تركِّز على ثلاثة محاور رئيسية هي: وصف للتقنية، ومناقشة لفوائدها، والموارد التقنية التي يمكن تطبيقها عليها؛ لذا يمكن أن نقدِّم التعريف التالي كتعريف مؤصَّل للتقنية الافتراضية:

التقنية الافتراضية: هي تقنية برمجية تُخفي تفاصيل الموارد التقنية المادية المتاحة من تجهيزات مادية وبرمجيات، فتظهر للمستفيد وكأن المورد المادي الواحد كالخادم ووسيط التخزين عبارة عن عدة موارد تقنية منطقية، كما تُظهِر مجموعة موارد تقنية مادية وكأنها مورد تقني منطقي وحيد. وتهدف التقنية الافتراضية إلى زيادة الانتفاع من القدرات غير المُستَغلَّة للموارد التقنية، وتسمح بمشاركة نفس المورد التقني بين العديد من المستفيدين، ومن ثَمَّ توفير استهلاك الطاقة تحقيقاً لمبدأ التقنية الخضراء (Green IT)، وزيادة العائد على الاستثمار بالنسبة لمزود الخدمة، وتسهيل إدارة الموارد المخصصة للمستفيد. ويمكن تطبيق التقنية الافتراضية على موارد تقنية متعددة، مثل: المعالجات، والذاكرة الرئيسية، ووسائط التخزين، والشبكات، والبيانات، والتطبيقات الإلكترونية.

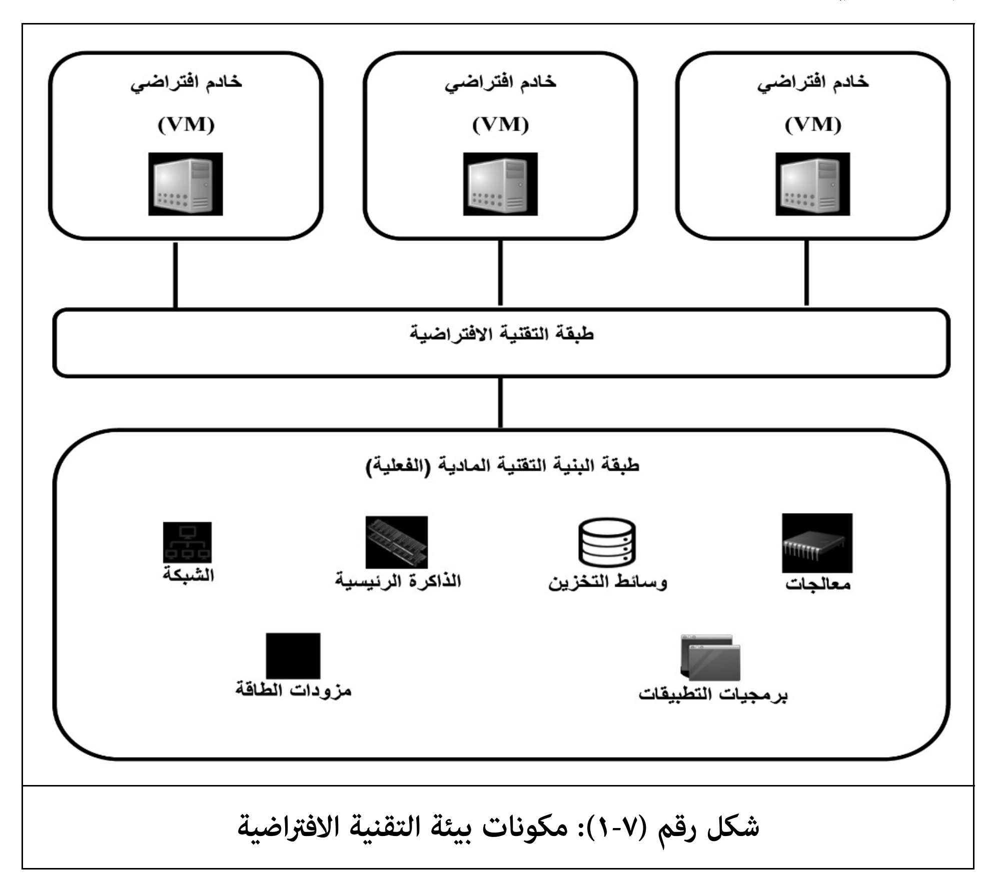
٣/٧ أنواع الموارد الافتراضية:

تُعتبَر التقنية الافتراضية إحدى الوسائل الأساسية لتفعيل الخصائص الأساسية للحوسبة السحابية من خلال قدرتها على تحويل الموارد التقنية الفعلية إلى موارد تقنية منطقية (أو افتراضية). ولكي تعمل التقنية الافتراضية لا بدَّ من وجود بيئة مهيَّأة لها، تتكون هذه البيئة من ثلاث طبقات رئيسية، انظر الشكل رقم (٧-١)، هي:

١- بنية تحتية تقنية، تشتمل على جميع التجهيزات المادية اللازمة لتشغيل مركز البيانات.
٢- برمجية التقنية الافتراضية (ويُطلق عليها طبقة التقنية الافتراضية).
٣- خوادم افتراضية (Virtual Machines – VMs).

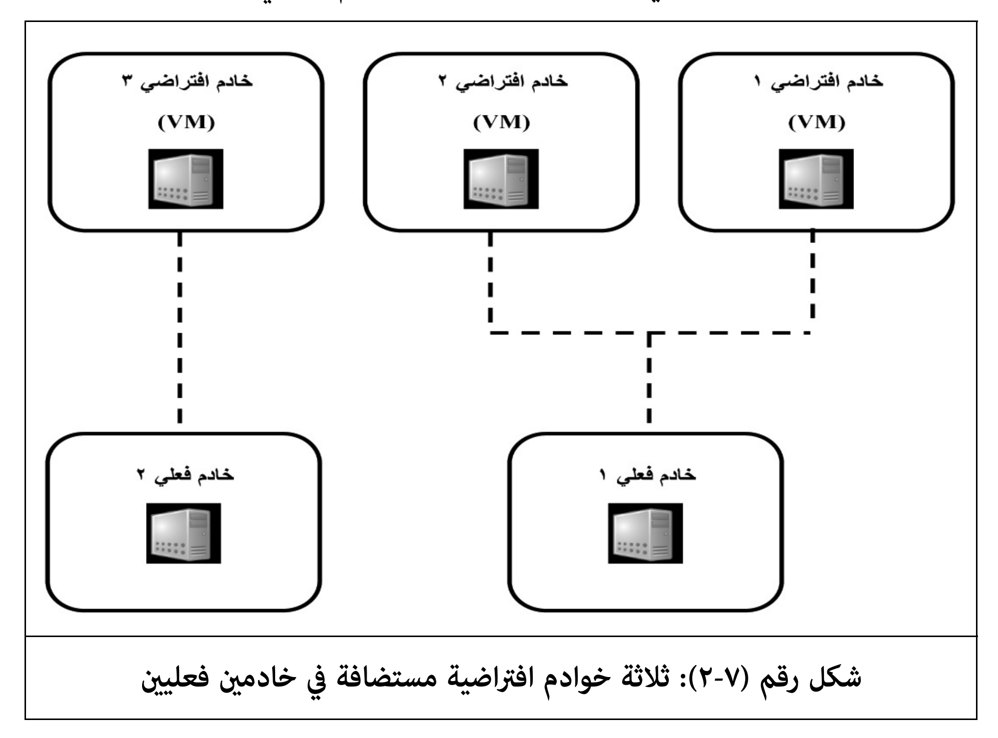
تحتوي الطبقة الأولى، وهي طبقة البنية التحتية الفعلية، على معظم الموارد التقنية التي يمكن تطبيق التقنية الافتراضية عليها، مثل: المعالجات، والذاكرة الرئيسية، ووسائط التخزين، والشبكات الحاسوبية، وبرمجيات التطبيقات، وأسطح المكتب.

أمَّا طبقة التقنية الافتراضية فتحتوي على برمجيّة التقنية الافتراضية، والتي يُدرجُ تسميتها بالهايبرفايزر (Hypervisor). يتم تنصيب هذه البرمجية على خادم فعلي يُسمَّى بالمستضيف؛ مما يمكِّنها من الوصول مباشرةً إلى طبقة البنية التحتية الفعلية. تتمثل المهمة الرئيسية لهذه البرمجيّة في إدارة الخوادم الافتراضية بشكل عام؛ لذلك غالباً ما يُطلَق عليها مدير الخوادم الافتراضية (VMM). يتم ربط الهايبرفايزر غالباً بخادم فعلي وحيد، لكن يمكنه إنشاء عدة نسخ من الخوادم الافتراضية تكون مرتبطة بنفس الخادم الفعلي، ولكنها تكون مستقلة عن بعضها البعض افتراضياً. يستطيع الهايبرفايزر تخصيص عدة موارد افتراضية يشرف عليها لكل خادم افتراضي يقوم بإنشائه. كما يستطيع الهايبرفايزر التحكم في زيادة وتخفيض مستوى القدرة الاستيعابية الممنوحة لكل خادم افتراضي، كما يستطيع إيقافه وإعادة تشغيله.



شكل رقم (٧-١): مكونات بيئة التقنية الافتراضية

وتمثل الطبقة الثالثة الخوادم الافتراضية التي تولِّدها برمجية التقنية الافتراضية. يُحاكي كل خادم افتراضي في طريقة عمله الخادم المادي الفعلي إلا أنه فعلياً عبارة عن كائن برمجي (ملف إلكتروني) يمكن إنشاؤه ونسخه ونقله ومسحه عند الحاجة. لذلك يستطيع أن يستضيف في محتواه العديدَ من الموارد التقنية الافتراضية، والخدمات السحابية، والعديد من الميزات والقدرات السحابية الأخرى. تتم عملية تخصيص الموارد الافتراضية للخادم الافتراضي بسرعة فائقة وبناءً على الحاجة؛ الأمر الذي يسهِّل تفعيل الخصائص الأساسية الخمس للحوسبة السحابية. يوضح الشكل رقم (٧-٢) حالة يتم فيها استضافة ثلاثة خوادم افتراضية من قِبَل خادمينِ فعليين، حيث يستضيف الخادم الفعلي رقم ١ الخادمين الافتراضيين رقمي ١ و٢، في حين يستضيف الخادم الفعلي رقم ٢ خادماً افتراضياً واحداً هو رقم ٣. ومما هو جدير بالذكر أن عدد الخوادم الافتراضية التي يمكن لخادم فعلي واحد استضافتها يكون مرتبطاً بقدرته الاستيعابية. كما أن الخوادم الافتراضية تختلف عن بعضها البعض في السِعة وعدد الموارد التقنية المخصصة لكلٍّ منها، وتتميز بأنها مستقلة عن بعضها البعض بشكل كامل حتى وإن كانت تشترك في توظيف قدرات نفس الخادم الفعلي.



شكل رقم (٧-٢): ثلاثة خوادم افتراضية مستضافة في خادمين فعليين

فيما يلي نستعرض معظمَ الموارد التقنية الفعلية (أو المادية) التي يمكن تطبيق التقنية الافتراضية عليها، مثل: المعالجات، والذاكرة الرئيسية، ووسائط التخزين، والشبكات الحاسوبية، وبرمجيات التطبيقات، وأسطح المكتب.

١/٣/٧ المعالجات الافتراضية:

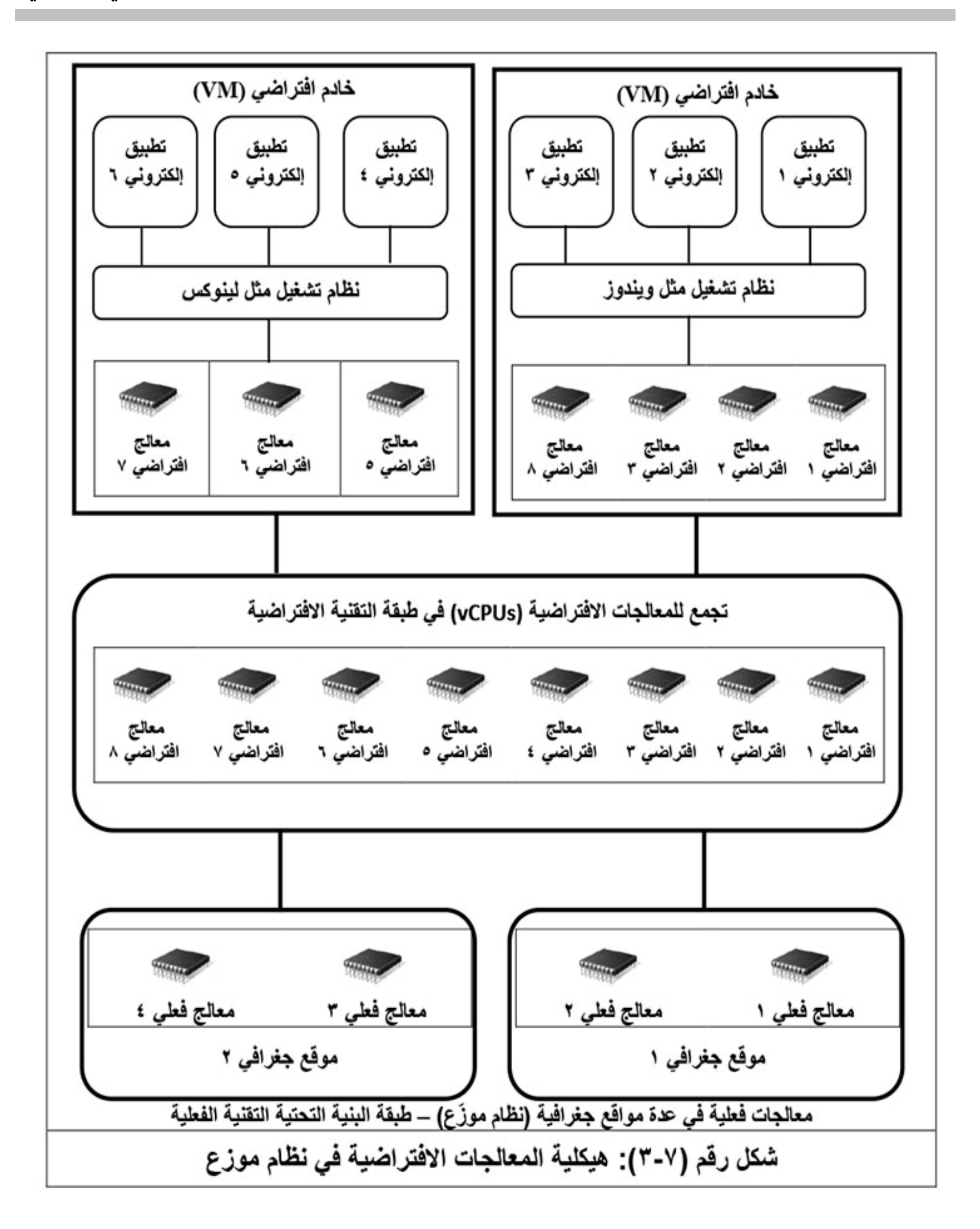
تتيح التقنية الافتراضية في الحوسبة السحابية إمكانية محاكاة المعالجات الفعلية (CPUs) عن طريق إنشاء ما يُسمَّى بالمعالجات الافتراضية (vCPUs). يتحكم الهايبرفايزر (برمجية التقنية الافتراضية) في جميع المعالجات الفعلية ضمن نطاق إشرافه. يتم تقسيم المعالج الفعلي الواحد (CPU) إلى مجموعة من النَوَيات[١] المعالِجَة (CPU cores). ويمكن أن تحتوي كل نواة معالِجَة على ٨ معالجات افتراضية وتدعمها بكفاءة عالية. لا يمكن النظر إلى العلاقة بين كل معالج افتراضي (vCPU) وكل نواة معالج فعلي (CPU core) على أنها علاقة واحد إلى واحد، بل تمثل علاقة الوقت الزمني الممنوح لكل معالج افتراضي من كل نواة معالج فعلي؛ لذلك فإنَّ التعريف الدقيق للمعالج الافتراضي هو أنه مقدار وقت المعالجة الممنوح له من قِبَل المعالج الفعلي.

تقوم طبقة التقنية الافتراضية بإخفاء جميع المعالجات الفعلية عن التعامل المباشر من قِبل الخوادم الافتراضية، إذ تقوم بعمل تجمُّع كبير من المعالجات الافتراضية ذات القدرات المختلفة، وتتيحها للاستخدام والمشاركة من قِبَل عدة خوادم افتراضية بناءً على الطلب. ليس من الضروري أن تكون جميع المعالجات الفعلية في نفس المكان الجغرافي، بل تتيح التقنية الافتراضية إمكانية تجميعها افتراضياً في طبقة واحدة، حتى وإن كانت جغرافياً في مواقع متفرقة (نظام موزع). يوضِّح الشكل رقم (٧-٣) هيكلية المعالجات الافتراضية في نظام موزع.

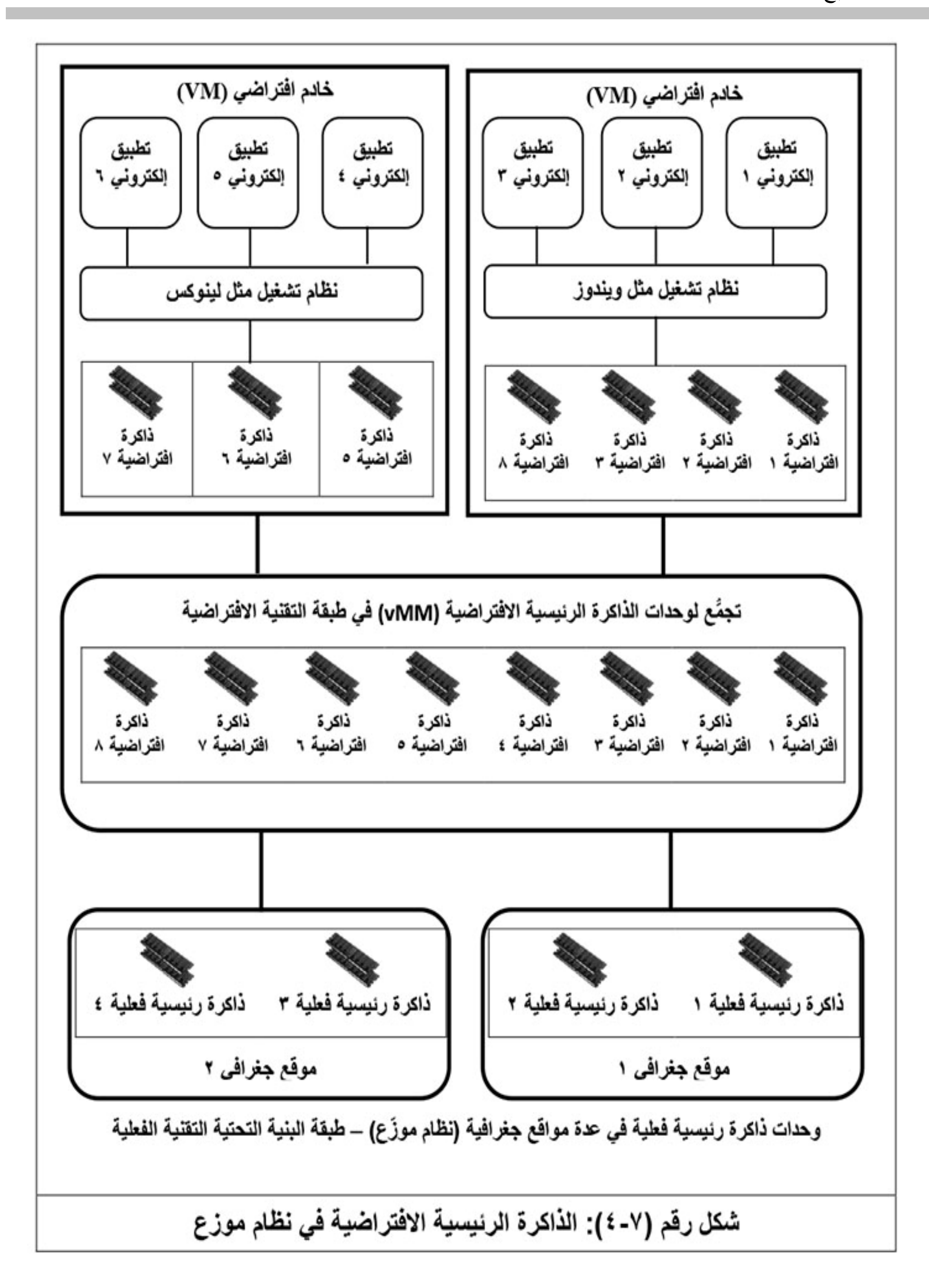
[١] النَوَيات هو جمع للمفردة النواة. والنواة في المعالج هي العقل الذي يقوم بالعمليات الحسابية وتنفيذ المهام، فكل نواة يمكنها القيام بعملية واحدة في نفس الوقت؛ لهذا قامت شركات تطوير المعالجات (مثل إنتل) بتطوير معالجات يمكنها القيام بعدة مهام في الوقت ذاته. لذلك عندما نقول (Dual-Core)، فذلك يعني معالجًا ثنائي النواة. وعندما نقول (Quad-Core)، فذلك يعني معالجًا ذا ٤ نوَيَات.

٢/٣/٧ الذاكرة الرئيسية الافتراضية:

تتيح التقنية الافتراضية في الحوسبة السحابية إمكانية محاكاة الذاكرة الرئيسية الفعلية (MM) عن طريق إنشاء ما يُسمَّى بالذاكرة الرئيسية الافتراضية (vMM)، وتُعرَف بأنها عملية تزويد الخادم الافتراضي (VM) بالكمية التي يحتاجها من الذاكرة الرئيسية الافتراضية للقيام بالمهام المسندة له. يتحكم الهايبرفايزر (برمجية التقنية الافتراضية) في جميع وحدات الذاكرة الرئيسية الفعلية، إذ يقوم بمراقبة وحدات الذاكرة الرئيسية غير المستخدمة ومن ثَمَّ تجميعها، سواء من موقع جغرافي واحد أو أكثر حسب نطاق إشرافه، ودمجها في بيئة افتراضية تحتوي على وحدات من الذاكرة الرئيسية الافتراضية. تشابه عمليةُ الربط بين وحدات الذاكرة الرئيسية الفعلية ووحدات الذاكرة الرئيسية الافتراضية في البيئة الافتراضية السحابية عمليةَ الربط التي تحدث بين الذاكرة الفعلية والذاكرة الافتراضية على مستوى نظام التشغيل الواحد في الحاسوب الواحد. إذ يلجأ نظام التشغيل عند وجود قصور في الذاكرة الرئيسية الفعلية إلى رفع قدراته التخزينية النشطة عن طريق استخدام جزء من القرص الصلب (hard disk) وتحويل كمية من البيانات له واسترجاعها بمقدار وكمية تُسمَّى صفحة ذاكرة (memory page)، والتي تبدأ أحجامها من ٤ كيلوبايت وترتفع حسب ما يحدده نظام التشغيل. يتم استخدام هذه الآلية ذاتها للربط بين الذاكرة الرئيسية الفعلية والذاكرة الرئيسية الافتراضية. عندما يقوم الهايبرفايزر بإنشاء خادم افتراضي بقدرة تخزينية ٢ جيجابايت فذلك يعني أنه يجب أن يتم تخصيص ٢ جيجابايت من الذاكرة الرئيسية الافتراضية (vMM) لذلك الخادم. لقد ساعد تطبيق مبدأ الذاكرة الرئيسية الافتراضية على توفير أي كمية من الذاكرة النشطة قد يحتاجها الخادم الافتراضي أثناء إنجازه لمهامه، الأمر الذي يعني إمكانية تحميل بيانات ضخمة عليها، ومن ثَمَّ رفع مستوى أداء التطبيقات الإلكترونية بتخفيض وقت الاستجابة، إضافةً إلى تخفيض التكاليف المادية المتعلقة بالطاقة والتبريد؛ نظراً لاستغلال وحدات الذاكرة الرئيسية غير المستغلّة. يوضِّح الشكل رقم (٧-٤) الذاكرة الرئيسية الافتراضية في نظام موزع.



شكل رقم (٧-٣): هيكلية المعالجات الافتراضية في نظام موزع



شكل رقم (٧-٤): الذاكرة الرئيسية الافتراضية في نظام موزع

٣/٣/٧ التخزين الافتراضي:

التخزين الافتراضي هو عملية تجميع لمخازن فعلية متعددة من مجموعة وسائط تخزينية على السحابة، لتبدو وكأنها وسيط تخزين واحد يتم إدارته من قِبل برمجية التقنية الافتراضية (هايبرفايزر). تُسمَّى المخازن المنشأة من وسائط التخزين الفعلية باستخدام الهايبرفايزر بالمخازن الافتراضية (VDs). في بعض الأحيان يُطلَق مصطلح التخزين السحابي على التخزين الافتراضي ليشير إلى عملية تخزين البيانات على سحابة عامة خارج حدود المنظمة المستفيدة، مثل خدمة دروب بوكس (DropBox). للتخزين الافتراضي استخدامات مهمة تلعب دوراً أساسياً في استمرارية الحفاظ على البيانات وتأمين إتاحتها، ويأتي على رأسها مبدأ التخزين الاحتياطي للبيانات، ومبدأ تكرار تخزين البيانات، والأرشفة الإلكترونية، والاستعادة من الكوارث. كما أن تفعيل التخزين الافتراضي يسهم بشكل مباشر في تحقيق مستوى عالٍ من الإتاحة، إذ إنَّ تعذُّر الوصول إلى بيانات مخزن افتراضي لا يعني بالضرورة تعطُّل الخدمة السحابية، بل يتم تلقائياً تفعيل مخزن افتراضي آخر يحتوي على نفس البيانات لإكمال إجراءات الخدمة السحابية. يتم تطبيق آلية التخزين الافتراضي في تقنيات التخزين المتقدمة، مثل شبكات التخزين (SAN). بتفعيل التخزين الافتراضي يمكن للخدمة السحابية المستفيدة طلب أي سعة تخزينية تحتاجها، وعرض كل المخازن المرتبطة والموزعة على الشبكة كأنها مخزن واحد، والتوسُّع والانكماش التلقائي في السِعات التخزينية حسب الاحتياج. يوضح الشكل رقم (٧-٥) التخزين الافتراضي في نظام موزع. ومن الأمثلة على خدمات التخزين السحابية خدمة أمازون إي بي إس (Amazon EBS)، وهي خدمة سحابية تتيح التخزين الدائم بأشكال وأحجام مختلفة، وتعمل مع خدمة الحوسبة EC2 على سحابة AWS. يوضِّح الشكل رقم (٧-٥) مبدأ التخزين الافتراضي في نظام موزع.

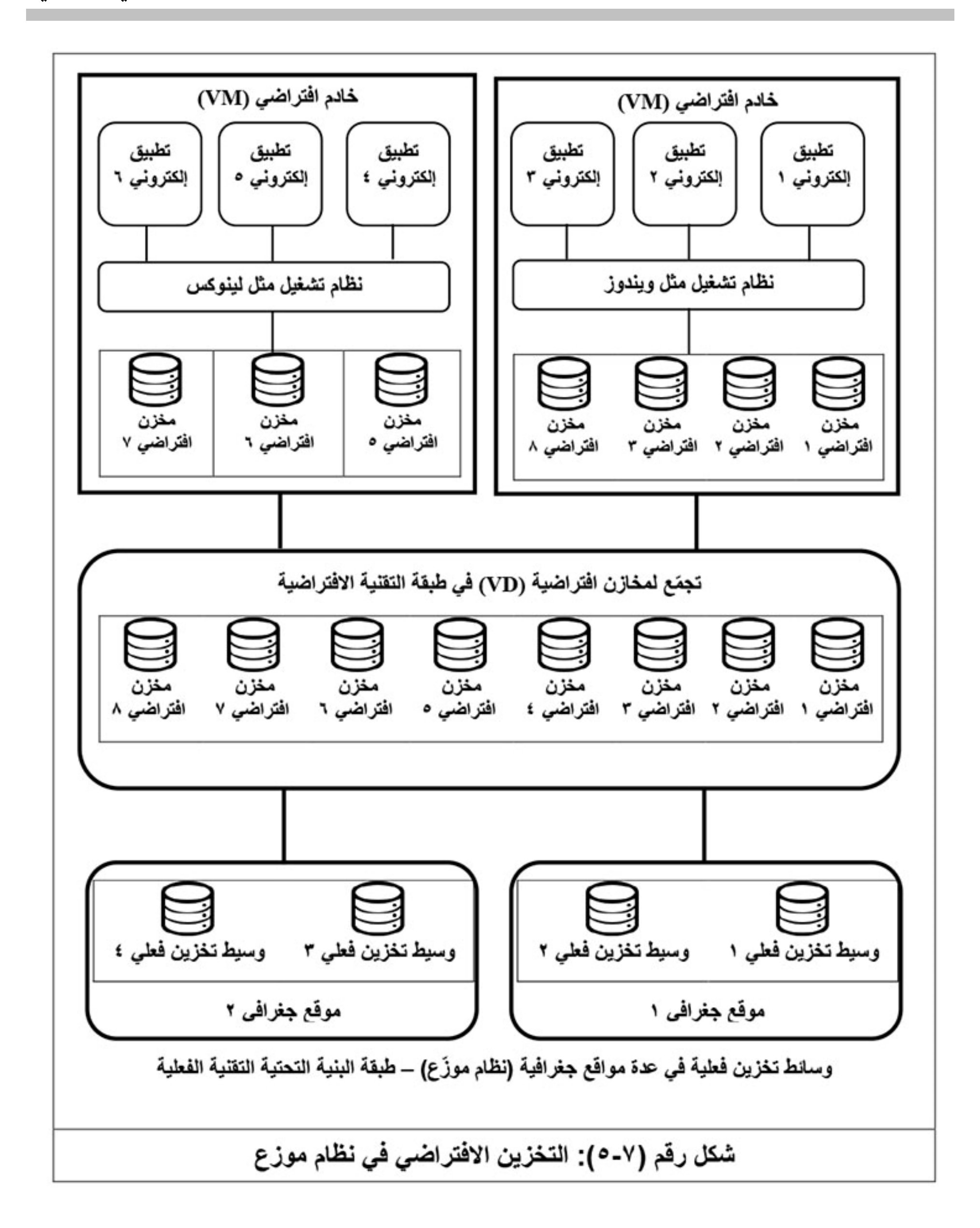
٤/٣/٧ الشبكات الافتراضية:

الشبكة الافتراضية عبارة عن كيان برمجي يحتوي على موارد تقنية من التجهيزات الافتراضية والبرمجيات. ينشأ عن الشبكات الافتراضية فصل بيئة شبكة معينة، تُسمَّى شبكة منطقية، عن باقي شبكات الاتصالات الأخرى، من خلال إنشاء حدود منطقية غير فعلية للشبكة المفصولة باستخدام تجهيزات شبكية خاصة، هي: الجدران النارية الافتراضية التي تنتقي وتتحكّم في الحركة على مسارات الشبكة، والشبكة المحلية الافتراضية (vLAN) التي تضمُّ مجموعة من الموارد السحابية التي قد تكون موزعة فعلياً في أكثر من مكان جغرافي.

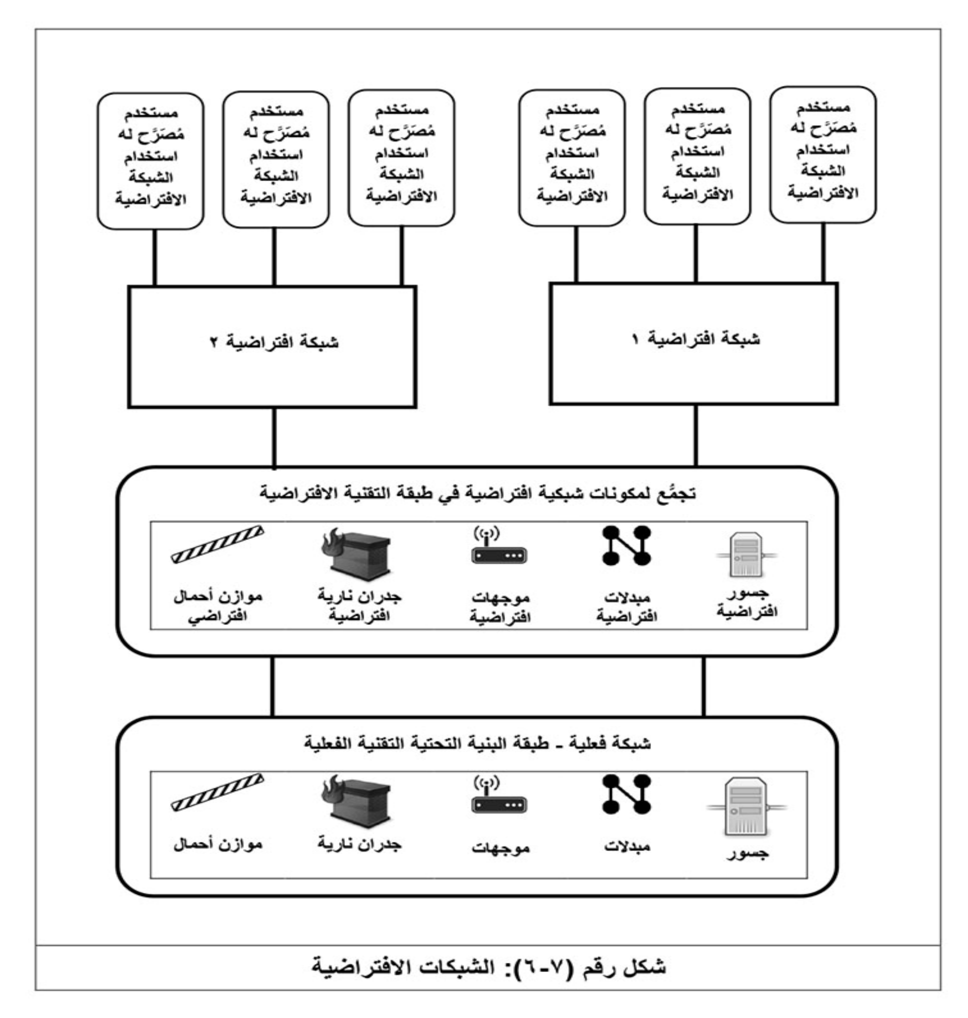
إنَّ الهدف من إنشاء الشبكة الافتراضية يعود إلى الحاجة إلى فصل موارد سحابية عن مستخدمين غير مُصرَّح لهم، وعن مستخدمي السحابة الآخرين، وللتحكُّم في مواصفات النطاق العريض، ومن ثَمَّ تحسين معدلات نقل البيانات داخل هذه الشبكة، وإمكانية التوسُّع والانكماش في مواصفاتها ومواردها، والتحكم في مواصفات أمنها برمجياً، كما أنها تسهِّل القيام بالعمليات الإدارية للشبكة من خلال أتمتتها. وبشكل عام، فإنَّ الشبكة الافتراضية مفيدة لتلك الشبكات التي تواجه معدلات استخدام كبيرة وسريعة وغير متوقعة.

عادةً ما تحتوي الشبكة الفعلية (غير الافتراضية) على مكونات شبكية، مثل: المحولات، والجسور، والموجهات، والجدران النارية، وموازنات الأحمال. تقوم برمجية التقنية الافتراضية (هايبرفايزر) بالتحكم في هذه المكونات من خلال إنشاء مكونات شبكية افتراضية منها، وبمواصفات محددة داخل حدود الشبكة الافتراضية.

هناك صنفان للشبكات الافتراضية: داخلي وخارجي، تهدف الشبكة الافتراضية الداخلية إلى توفير خدمات وظيفية مشابهة للوظائف التي تقدمها الشبكة الفعلية ضمن حدود مركز بيانات واحد، في حين تقوم الشبكة الافتراضية الخارجية بتجميع عدة شبكات أو أجزاء منها في وحدة افتراضية واحدة تشترك في هدف محدد. يوضِّح الشكل رقم (٧-٦) مبدأ الشبكات الافتراضية.



شكل رقم (٧-٥): التخزين الافتراضي في نظام موزع



شكل رقم (٧-٦): الشبكات الافتراضية

٥/٣/٧ البيانات الافتراضية:

يشير مبدأ البيانات الافتراضية إلى القدرة على استرجاع وقراءة وتعديل صيغ مختلفة من البيانات (نصوص، وصور، ومقاطع فيديو) من مصادر متعددة للبيانات (قواعد بيانات علاقية وغير علاقية، وملفات نصية)، ومن ثَمَّ تجميعها في وسيط تخزين افتراضي واحد، وإتاحتها للمستخدمين المُصرَّح لهم ذلك، دون أن يعرف المستخدمون أيَّ تفاصيل تقنية عنها؛ كصيغ تخزينها أو الموقع الجغرافي حيث يتم تخزينها. يُسمَّى هذا النوع من البيانات

بالبيانات الافتراضية أو المنطقية. يمكن الوصول لهذا النوع من البيانات من قِبَل أي نوع من التطبيقات الإلكترونية؛ كتطبيقات الويب أو الخدمات السحابية أو تطبيقات الهاتف المتنقل. ظهرت الحاجة لإتاحة هذه المنهجية في توفير البيانات لتجنيب المستفيد عناء البحث عنها وتجميعها وتحليلها، وبالتالي ضمان وصوله لها من خلال مدخل واحد. لقد ساعد تطبيق هذا المبدأ على بزوغ مبدأ تحليلات البيانات (data analytics)، وذكاء الأعمال (business intelligence)، والحوسبة السحابية (cloud computing). يوضح الشكل رقم (٧-٧) مبدأ البيانات الافتراضية.

٦/٣/٧ التطبيقات الافتراضية:

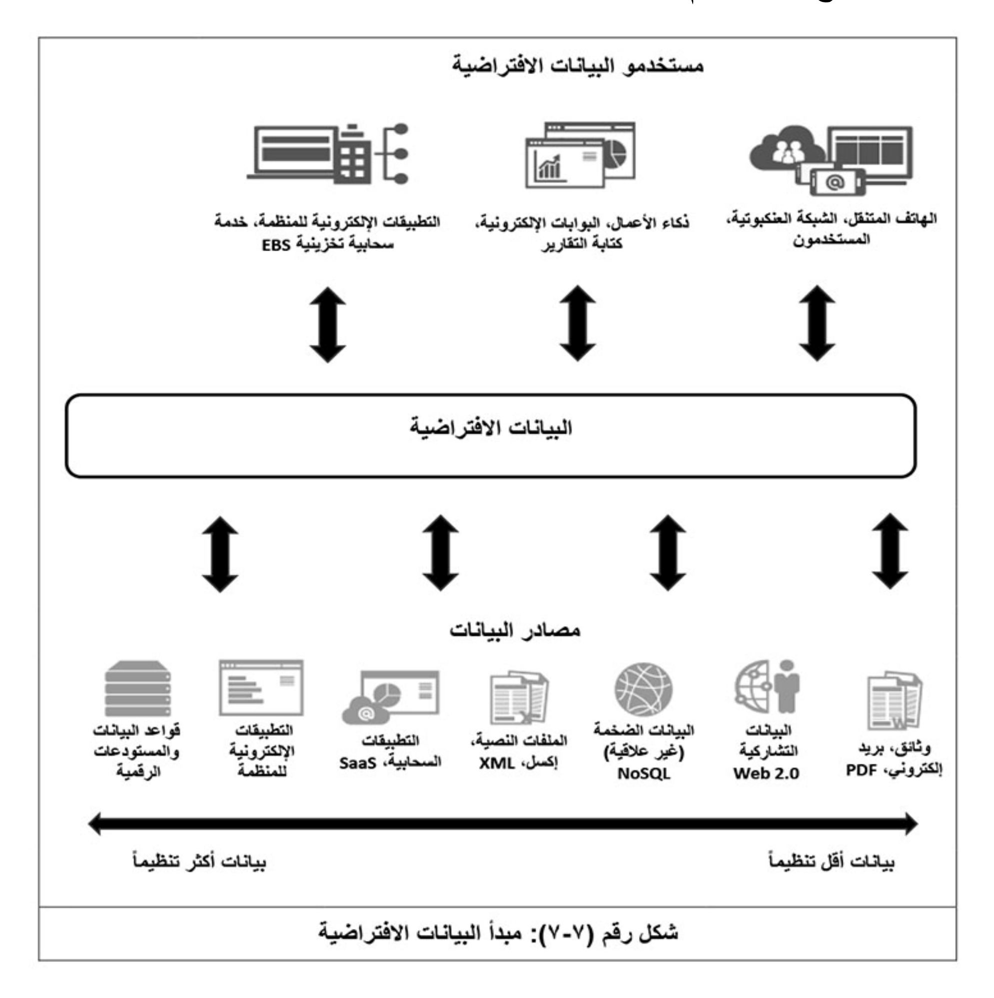
تتيح التطبيقات الافتراضية إمكانية تشغيل المستفيد لتطبيق أو خدمة إلكترونية عن بُعد دون الحاجة إلى تركيب تجهيزات أو تثبيت برمجيات على حاسوبه. يتم تطوير هذا التطبيق من قِبَل مزود خدمة واستضافته عن بُعد في خادم تطبيقات. بعد ذلك يتمُّ عمل نسخ افتراضية من التطبيق ووضعها في طبقة التطبيقات الافتراضية، ليتمكن المستفيد من الوصول إلى نسخته الافتراضية فقط باستخدام أي جهاز إلكتروني مناسب، سواء كان حاسباً مكتبيًّا أو حاسباً متنقلاً أو هاتفاً متنقلاً أو لوحاً إلكترونيًّا. تقوم فكرة التطبيقات الافتراضية على فصل برمجية التطبيق السحابي عن نظام التشغيل الخاص بحاسوب المستخدم، تجنُّباً لأي عدم توافق بين التطبيق السحابي ونظام التشغيل الخاص بجهاز المستخدم، الأمر الذي قد يسبب توقفاً لتشغيل التطبيق. في بعض الأحيان، قد يحتاج المستفيد إلى تثبيت برمجية بسيطة على حاسوبه لدعم تشغيل البيئة الافتراضية ولتجنُّب مشكلة توافقية التجهيزات، مثل برمجية خادم الجافا الافتراضي (Java Virtual Machine – JVM).

تتمثل أبرز فوائد التطبيقات الافتراضية فيما يلي:

- تتطلب مواردَ تقنية أقلّ (جهازاً متصلاً بالإنترنت ومتصفح ويب) مقارنةً بتثبيت الجهاز على حاسوب المستفيد.
- إمكانية تشغيل تطبيقات متعددة وغير متوافقة على الحاسب المحلي في نفس الوقت.
- تبسيط عملية إطلاق ونشر تطبيقات متعددة وبشكل سريع.
- دعم أمن التطبيقات من خلال فصل التطبيق عن نظام التشغيل المحلي.

- سهولة متابعة استخدام رخص البرمجيات.
- إمكانية نسخ التطبيق على وسيط تخزين متنقل، واستخدام التطبيق على حواسيب أخرى دون الحاجة إلى عمل تركيب أو تثبيت محلي.
- رفع مستوى قدرة التطبيق على تحمُّل أعباء عالية ومتنوعة من الاستخدامات.

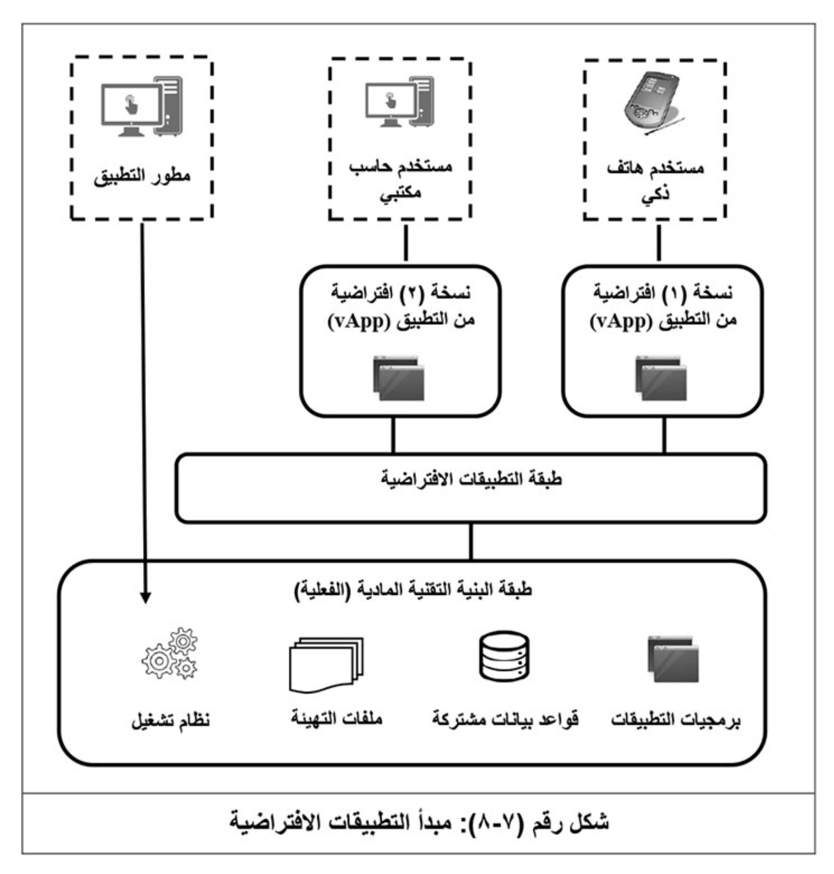
يوضِّح الشكل رقم (٧-٨) مبدأ التطبيقات الافتراضية.



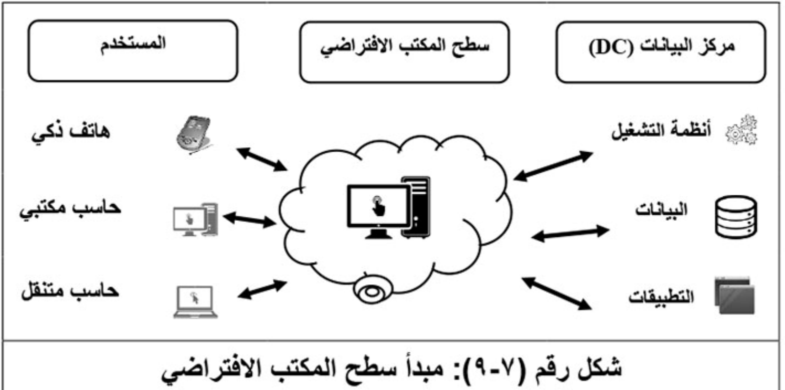
شكل رقم (٧-٧): مبدأ البيانات الافتراضية

٧/٣/٧ سطح المكتب الافتراضي:

تُحوّل تقنية سطح المكتب الافتراضي أسطح المكتب للحواسيب وتطبيقاتها إلى خدمة سحابية بناءً على الطلب، وتكون متاحة لأي مستخدم، في أي مكان، من خلال أي جهاز إلكتروني. يتم في هذه التقنية الإدارة والتحكم والوصول إلى الحاسبات المكتبية والمتنقلة والتطبيقات المثبتة عليها عن بُعد ومن مكان واحد بشكل مركزي. تعمل هذه التقنية حسب نموذج العميل/الخادم، حيث إنَّ تنفيذ التطبيقات يتم على نظام تشغيل بعيد، بحيث يتواصل مع جهاز العميل المحلّي عبر الشبكة من خلال بروتوكول شاشة عرض عن بُعد، يتفاعل العميل من خلالها مع التطبيقات. تُخزَّن جميع التطبيقات والبيانات المستخدمة على الخادم، مع وجود شاشة عرض ولوحة مفاتيح وفأرة فقط في جهة العميل (قد يكون جهاز العميل عبارة عن حاسب شخصي أو متنقل أو لوح إلكتروني أو هاتف ذكي). يتطلب تطبيق تقنية سطح المكتب الافتراضي أن يستضيف الخادم عدة نسخ من نظم تشغيل سطح المكتب يتم إدارتها بواسطة برمجية التقنية الافتراضية (هايبرفايزر). تُستخدَم هذه التقنية كوسيلة لتمكين الوصول إلى تطبيقات الويندوز واستخدامها على أجهزة غير داعمة للويندوز، مثل بعض الألواح الإلكترونية والهواتف الذكية والحاسبات المكتبية والمتنقلة غير الداعمة لأنظمة ويندوز. كما تفيد هذه التقنية في مشاركة الموارد من خلال إتاحة خدمة سطح المكتب كخدمة لعدة مستخدمين في بيئة قد يكون من المُكلف مادياً توفير حاسب شخصي لكل مستخدم أو يكون غير ضروري. إنَّ تفعيل هذه الخدمة يساعد المستفيد على تخفيض تكاليفه المادية المتعلقة باقتناء التجهيزات أو إدارة أنظمة تشغيل وتطبيقات متعددة من خلال مكان واحد. يوضِّح الشكل رقم (٧-٩) مبدأ سطح المكتب الافتراضي.



شكل رقم (٧-٨): مبدأ التطبيقات الافتراضية



شكل رقم (٧-٩): مبدأ سطح المكتب الافتراضي

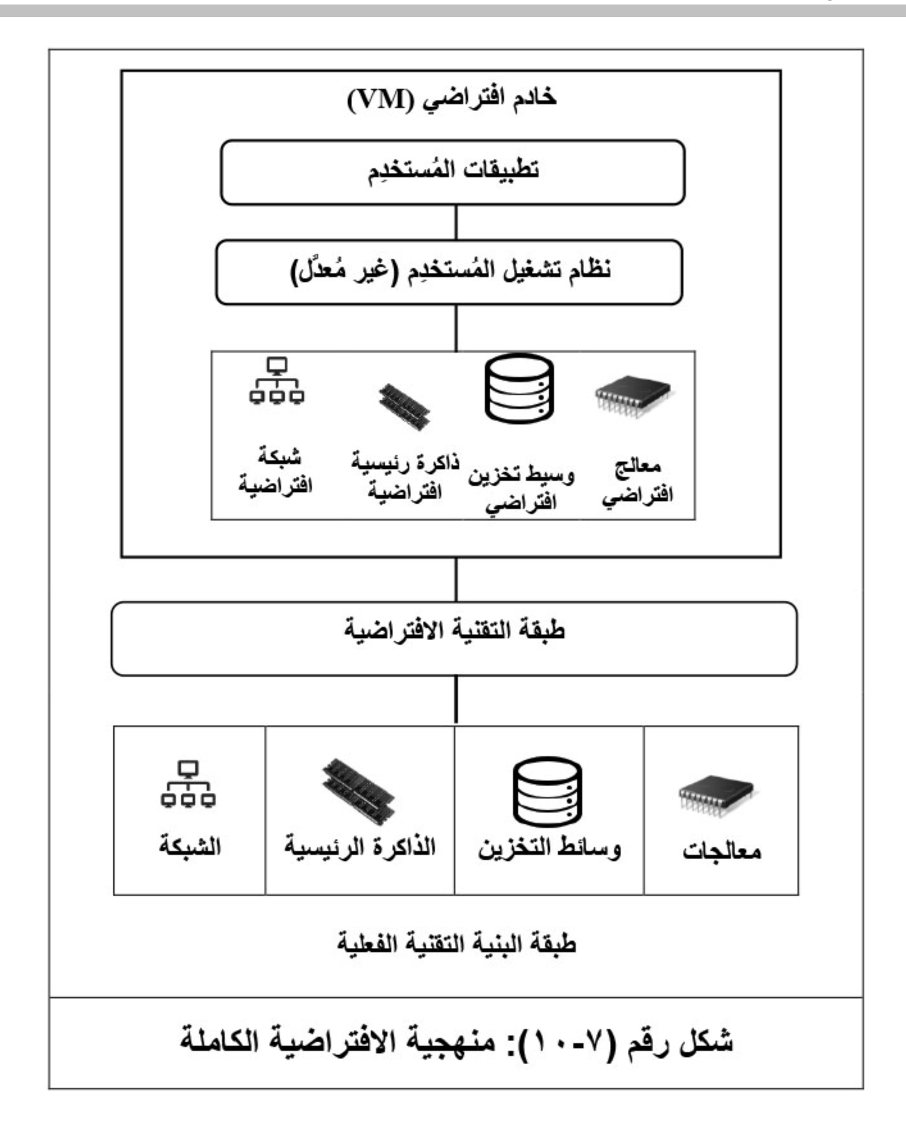
٤/٧ منهجيات التقنية الافتراضية:

يوجد ثلاث منهجيات لتطبيق التقنية الافتراضية، وهي: الافتراضية الكاملة (full virtualization)، والافتراضية الجزئية (paravirtualization)، والافتراضية المُمكنة بالتجهيزات المادية (hardware-assisted virtualization). تختلف هذه المنهجيات عن بعضها البعض حسب الامتيازات الممنوحة لكل منهجية. وللتعرُّف على طبيعة هذه الامتيازات، لا بُدّ من التطرُّق لآلية حماية أنظمة التشغيل (OSs). إذ يُعتبَر نظام التشغيل أهم برمجية تعمل على الحاسوب، حيث يدير ويتحكّم في جميع التجهيزات المادية (كالمعالج، والذاكرة الرئيسية، ووسائط التخزين، والشبكات)، والبرمجيات (كالتطبيقات والخدمات الإلكترونية). ويقع نظام التشغيل كطبقة وسيطة بين جميع وحدات التجهيزات المادية من جهة، وجميع أنواع البرمجيات الأخرى من جهة أخرى. نظراً لهذه الأهمية، يتم حماية نظام التشغيل من الاستخدامات غير الموثوقة التي قد تأتي من تطبيقات المستخدم، باستخدام أربعة مستويات تختلف عن بعضها البعض في الامتيازات الممنوحة لكل منها، وهذه المستويات هي:

- المستوى "صفِر": يتم منح هذا المستوى للبرمجيات الأكثر موثوقية، بالتالي تتمكن هذه البرامج من الوصول المباشر وغير المقيّد إلى الموارد المادية؛ كالمعالجات، والذاكرة الرئيسية.
- المستويان "١" و"٢": غالباً ما يتم منحهما لمعرّفات الأجهزة (device drivers).
- المستوى "٣": يتم منح هذا المستوى للبرمجيات الأقل موثوقية، بالتالي يتم تقييد وصولها إلى الموارد المادية، حيث لا يُسمَح لها بالتعامل المباشر مع الموارد التقنية.

في بيئة السحابة، هناك برمجيات متعددة تعمل بامتيازات متفاوتة. على سبيل المثال، تعمل برمجية التقنية الافتراضية (الهايبرفايزر) بمستوى عالٍ من الامتياز، وهو المستوى "صفِر"، في حين يعمل نظام تشغيل المُستخدِم الموجود في الخادم الافتراضي (VM) بمستوى منخفض من الامتياز، وهو المستوى "٣".

نستعرض فيما يلي تفصيلاً عن كل منهجية من منهجيات التقنية الافتراضية الثلاث.



شكل رقم (٧-١٠): منهجية الافتراضية الكاملة

١/٤/٧ الافتراضية الكاملة:

في هذه المنهجية تقوم برمجية التقنية الافتراضية أو الهايبرفايزر (طبقة التقنية الافتراضية) بعزل نظام تشغيل المُستخدِم عن تجهيزات البنية التحتية التقنية، ومن ثَمَّ عدم إمكانية التعامل المباشر معها. وعلى الرغم من تعامله غير المباشر مع تلك التجهيزات، فإن نظام تشغيل المُستخدِم لا يدرك أنه يعمل في بيئة افتراضية معزولة. يتم منح الهايبرفايزر

مستوى الامتياز "صفر"، وبالتالي يملك صلاحية التعامل المباشر مع الموارد التقنية، ويمنح بدوره الخوادم الافتراضية ما تحتاجه من موارد افتراضية (كالمعالج الافتراضي والتخزين الافتراضي)، بينما يُمنَح نظام تشغيل المُستخدِم مستوى الامتياز "١" وبالتالي لا يستطيع الاتصال المباشر مع البنية التحتية إلا من خلال طبقة الهايبرفايزر. تتلقى طبقة الهايبرفايزر طلبات نظام تشغيل المُستخدِم على هيئة تعليمات غير افتراضية، على اعتبار أن نظام تشغيل المُستخدِم لا يدرك أنه يعمل في بيئة افتراضية، ثم تقوم طبقة الهايبرفايزر بترجمة تلك التعليمات إلى شكل تفهمه موارد البنية التحتية، ومن ثمَّ تنفيذها. تُسمَّى عملية الترجمة هذه بالترجمة الثنائية (binary translation). من ناحية أخرى، تُمنَح تطبيقات المُستخدِم مستوى الامتياز "٣"، إلا أن تنفيذ تعليمات هذه التطبيقات تتم بشكل مباشر دون الحاجة إلى إجراء أي تعديلات عليها لتتلاءم مع البيئة الافتراضية. يوضح الشكل رقم (٧-١٠) منهجية الافتراضية الكاملة. يتم تطبيق هذه المنهجية في العديد من المنتجات المتاحة في السوق، مثل: Oracle's Virtaulbox, VMware server, Microsoft Virtual PC.

تتميز الافتراضية الكاملة بما يلي:

- أنها المنهجية الوحيدة التي لا تتطلب تجهيزات مادية لتطبيقها.
- أنها تتيح أفضل آلية لفصل وتأمين الخوادم الافتراضية (VMs)، وبالتالي ضمان عدم تداخل تنفيذ المهام فيما بينها.
- أنها تسمح بتشغيل عدة أنظمة تشغيل مختلفة (لينكس، وويندوز، وماك) في نفس الوقت.
- لا تتطلب أي تغيير أو تعديل على نظام تشغيل المُستخدِم.

وهناك بعض السلبيات المرتبطة بالافتراضية الكاملة، وهي:

- تُضيف عملية الترجمة الثنائية عبئاً وَسيْطاً؛ مما يسهم في تأخير تنفيذ طلبات المُستخدِم.
- قد يكون من الصعوبة إضافة تجهيزات مادية جديدة لتعمل مع الهايبرفايزر، إذا لم يكن قد تمَّ برمجيتها وتثبيتها مسبقاً.

٢/٤/٧ الافتراضية الجزئية:

إنَّ الفرق الرئيسي بين الافتراضية الجزئية والافتراضية الكاملة يكمن في أنَّ نظام تشغيل المُستخدِم في الافتراضية الجزئية يعرف أنه يعمل في بيئة افتراضية، بينما لا يعرف نظام تشغيل المُستخدِم في الافتراضية الكاملة أنه يعمل في بيئة افتراضية. وهناك فرق آخر يتعلق بأنَّ الافتراضية الجزئية لا تستخدم الترجمة الثنائية كما هو الحال في الافتراضية الكاملة، بل تُفعِّل ما يُسمَّى "بالطلبات الترددية" أو (hypercalls)، وهي عبارة عن وسيلة للتواصل المباشر بين نظام التشغيل وبرمجية التقنية الافتراضية (الهايبرفايزر). يترتب على هذين الفرقَيْنِ الحاجة إلى إجراء تعديلات ضرورية في نظام تشغيل المُستخدِم ليتمكّن من إصدار الطلبات الترددية بدلاً من التعليمات غير الافتراضية المستخدَمة في الافتراضية الكاملة. تمثِّل هذه التعديلات تغيراً في عملية العزل أو الفصل الكامل لنظام تشغيل المُستخدِم عن التعامل المباشر مع تجهيزات البنية التحتية التقنية؛ لذلك يتم إطلاق مُسمَّى الافتراضية الجزئية لهذه المنهجية.

يُمنَح نظام تشغيل المُستخدِم مستوى الامتياز "صفر"، وبالتالي يملك صلاحية التعامل المباشر مع الموارد التقنية عبر طبقة الهايبرفايزر من خلال الطلبات الترددية، بينما تُمنَح تطبيقات المُستخدِم مستوى الامتياز "٣"، إلا أن تنفيذ تعليمات هذه التطبيقات تتم بشكل مباشر دون الحاجة إلى إجراء أي تعديلات عليها لتتلاءم والبيئة الافتراضية. يوضِّح الشكل رقم (٧-١١) منهجية الافتراضية الجزئية.

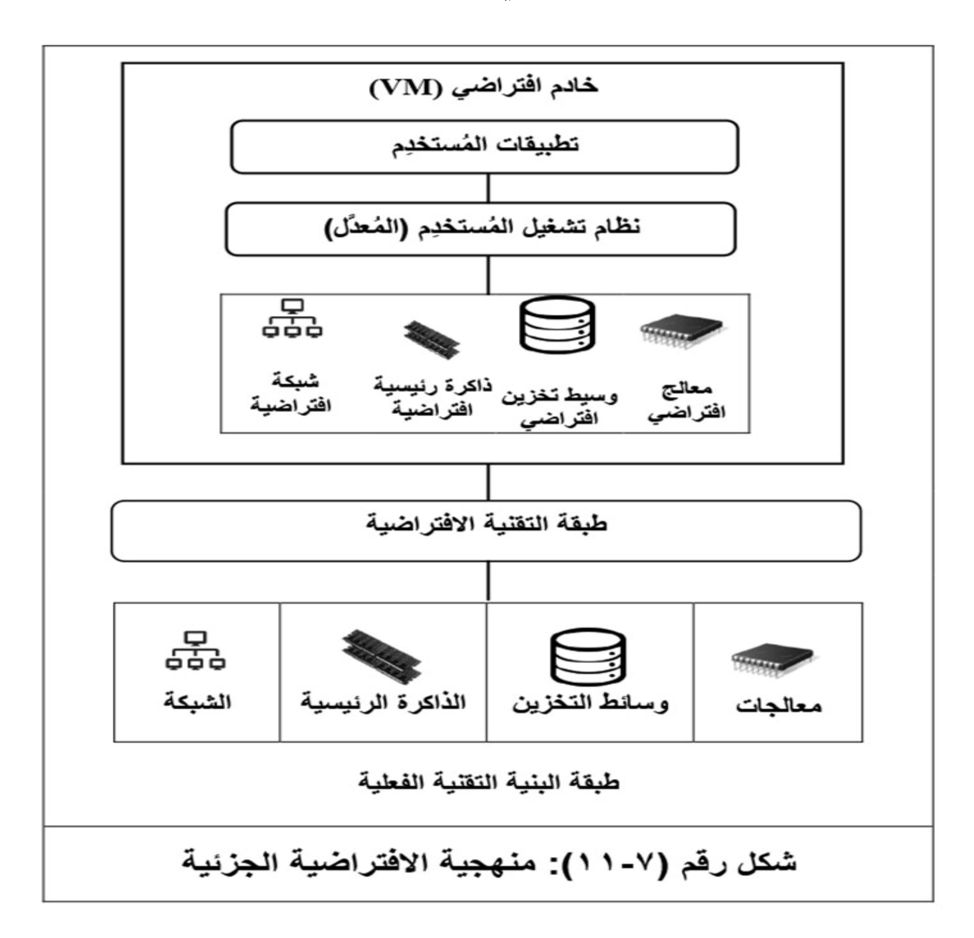
تتميز الافتراضية الجزئية بما يلي:

- التخلُّص من عبء عملية الترجمة الثنائية التي تُسهم في تأخير تنفيذ طلبات المُستخدِم؛ مما يؤثر على الأداء بشكل عام.
- إتاحة التعامل المباشر مع موارد البنية التحتية التقنية لنظام تشغيل المُستخدم.

وهناك بعض السلبيات المرتبطة بالافتراضية الجزئية، وهي:

- ضرورة استخدام نظام تشغيل معدَّل للمُستخدِم حتى يتمكن من التعامل مع الهايبرفايزر والتجهيزات المادية بشكل مباشر.

- قد يترتب على تعديل نظام تشغيل المُستخدِم عدم صلاحيته للعمل في بيئات أخرى، وظهور إشكاليات عدم التوافقية للخوادم الافتراضية المشغلة لأنظمة التشغيل تلك عند الحاجة إلى نقلها إلى مستضيفين آخرين.

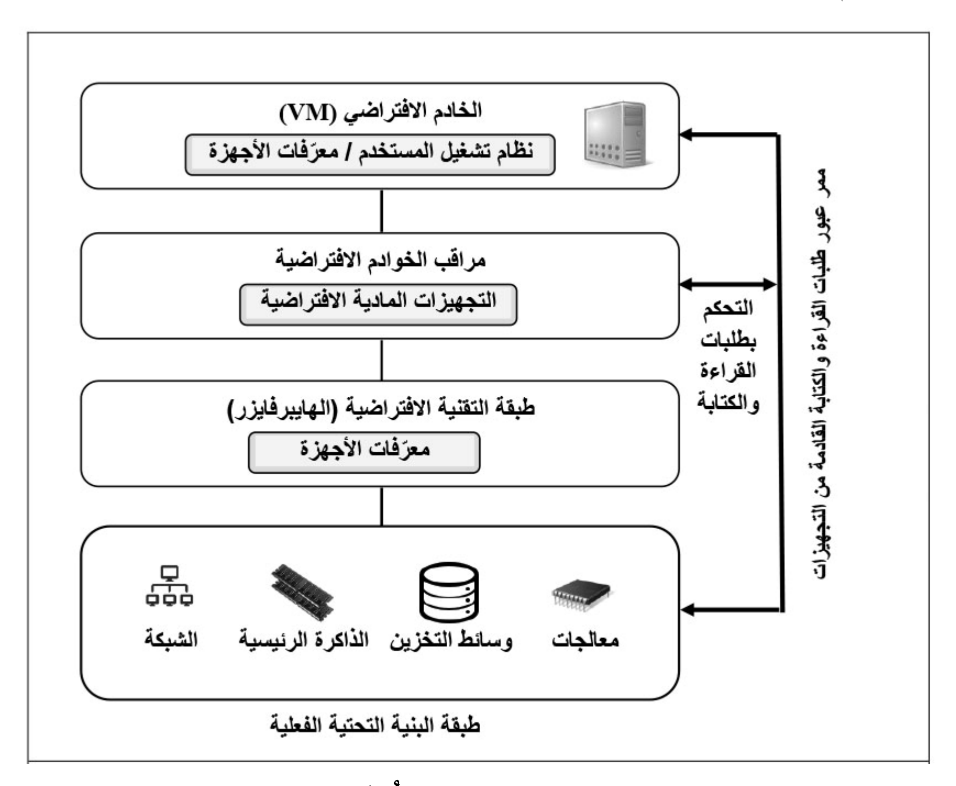


شكل رقم (٧-١١): منهجية الافتراضية الجزئية

٣/٤/٧ الافتراضية المُمكَنة بالتجهيزات المادية:

يتم تطبيق منهجيتي الافتراضية الكاملة والافتراضية الجزئية باستخدام البرمجيات. مع بروزهما، توجهت كُبرى شركات تصنيع التجهيزات المادية، مثل إنتل وأي إم دي (AMD)، إلى تطوير معالجاتها بحيث تتبنّى التقنية الافتراضية، حيث أطلقت إنتل ما يُسمَّى بتقنية إنتل الافتراضية (VT-x)، وأطلقت أي إم دي (AMD) منتجها المسمّى (AMD-v). مع

تطبيق هذه المنهجية تنتفي الحاجة إلى تطبيق الترجمة الثنائية كما في الافتراضية الكاملة، والحاجة لإجراء تعديلات على نظام تشغيل المُستخدم كما في الافتراضية الجزئية؛ وبذا يتم التواصل المباشر بين نظام تشغيل المُستخدِم والهايبرفايزر دون حاجة لأي ترجمة. يوضِّح الشكل رقم (٧-١٢) منهجية الافتراضية المُمكّنة بالتجهيزات المادية.



شكل رقم (٧-١٢): منهجية الافتراضية المُمكّنة بالتجهيزات المادية

تتميز الافتراضية المُمكّنة بالتجهيزات المادية بما يلي:

- التخلص من عبء عملية الترجمة الثنائية الحاصل في الافتراضية الكاملة.
- التخلص من الحاجة إلى إجراء تعديلات على نظام تشغيل المُستخدم.

وهناك بعض السلبيات المرتبطة بالافتراضية المُمكّنة بالتجهيزات المادية، وهي:

- انحصار القدرة على تطبيق الافتراضية في الجيل الجديد من المعالجات، أما المعالجات السابقة فلا تستطيع تطبيق هذه المنهجية.
- قد تؤدي زيادة الطلبات القادمة من الخوادم الافتراضية (VMs) إلى زيادة في الأعباء على المعالج؛ الأمر الذي قد ينخفض معه الأداء بشكل عام.

٥/٧ برمجيات التقنية الافتراضية:

يتم تمكين خصائص البيئة الافتراضية وتهيئتها للعمل بمساعدة برمجيّة تُسمَّى الهايبرفايزر (hypervisor). يتم تنصيب هذه البرمجية على خادم فعلي يُسمَّى بالمستضيف؛ مما يمكِّنها من الوصول مباشرة إلى طبقة البنية التحتية الفعلية. تتمثل المهمة الرئيسية لهذه البرمجيّة في إدارة الخوادم الافتراضية (VMs) بشكل عام؛ لذلك غالباً ما يُطلَق عليها مدير الخوادم الافتراضية (VMM). يتم ربط الهايبرفايزر غالباً بخادم فعلي وحيد، لكن يمكنه إنشاء عدة نسخ من الخوادم الافتراضية تكون مرتبطة بنفس الخادم الفعلي، ولكنها تكون مستقلة عن بعضها البعض افتراضياً. يستطيع الهايبرفايزر تخصيص عدة موارد افتراضية يشرف عليها، إلى كل خادم افتراضي يقوم بإنشائه؛ كالمعالجات الافتراضية، والذاكرة الرئيسية الافتراضية، ووسائط التخزين الافتراضية، والشبكات الافتراضية، والتطبيقات الافتراضية، وأسطح المكتب الافتراضية. كما يستطيع الهايبرفايزر التحكم في زيادة وتخفيض مستوى القدرة الاستيعابية الممنوحة لكل خادم افتراضي، كما يستطيع إيقافه وإعادة تشغيله.

تتمثل الخطوة الأولى التي يقوم بها الهايبرفايزر عند إنشاء الخادم الافتراضي، في تخصيص الموارد التقنية الافتراضية له، يليها تحديد نظام تشغيل المُستخدم (guest OS) الذي يُعتبَر مستقلاً عن نظام التشغيل الذي تمَّ إنشاؤه فيه وليس بالضرورة أن يكون مماثلاً له، فقد يكون ويندوز (Windows) هو نظام تشغيل المُستخدم، بينما لينكس (Linux) هو نظام التشغيل المستضيف. تتيح هذه الاستقلالية لنظام تشغيل المُستخدم إمكانية توظيفه للمنتجات البرمجية بشكل عام ولتطبيقات المستخدم بشكل خاص، دون الحاجة إلى تخصيصها أو تعديلها لتتلاءم مع البيئة الافتراضية التي يعمل عليها الخادم الافتراضي، الذي لا يدرك أنه يعمل في بيئة افتراضية.

تكمن أهمية الهايبرفايزر في تحقيقه لثلاث مزايا مهمة تساعد في تفعيل الخصائص الرئيسية للحوسبة السحابية، هي: استقلالية التجهيزات الفعلية، ومشاركة الموارد التقنية، وتكرار الموارد التقنية المُشغلة. أولاً، فيما يخصُّ استقلالية التجهيزات الفعلية، فإنَّ التقنية

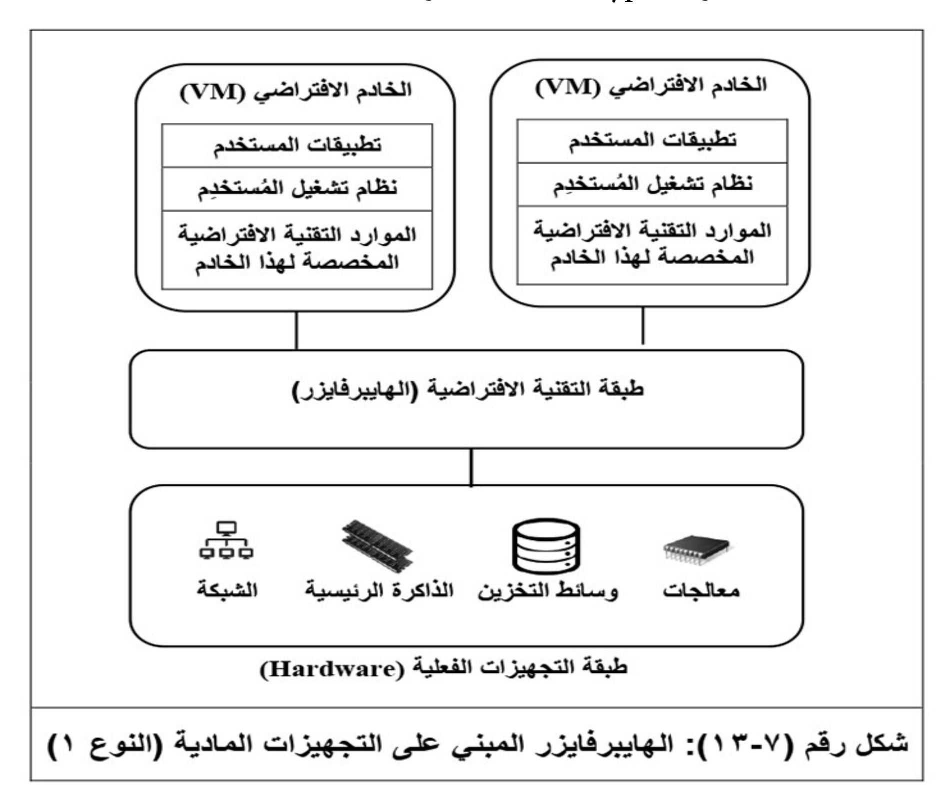
الافتراضية عموماً هي عملية تقوم بمحاكاة جهاز فعلي وحيد (كالخادم) وتحويله افتراضياً إلى نسخة برمجية مرنة (كالخادم الافتراضي)، الأمر الذي يحقِّق استقلاليته من خلال طبقة وسيطة هي الهايبرفايزر، تدير عملية التواصل بين الجهاز المادي والنسخ الافتراضية المرنة المنشأة منه. من خلال هذه الاستقلالية يسهل نقل الخادم الافتراضي من مستضيف إلى آخر دون مواجهة أي مشاكل قد تطرأ بسبب عدم التوافق بين البرمجيات والتجهيزات المادية. ونتيجةً لذلك، تصبح عملية استنساخ المورد التقني الافتراضي أسهل وأقل كُلفةً من تكرار المورد التقني الفعلي. ثانياً، يتيح الهايبرفايزر مشاركة الموارد التقنية من خلال إمكانية إنشاء عدة خوادم افتراضية من نفس المورد التقني الفعلي، ومن خلال إمكانية مشاركة عدة خوادم افتراضية في استخدام نفس المورد التقني الفعلي الواحد. تزيد هذه الخاصية من مستوى الانتفاع من قدرات الجهاز الفعلي الواحد مع إمكانية توزيع تنفيذ الطلبات الواردة بشكل متوازن بين الخوادم الافتراضية. وتبرز المرونة العالية في التعامل مع مورد فعلي واحد في إمكانية أن تشغِّل عدة خوادم افتراضية أنظمةَ تشغيل مختلفة للمستخدم على نفس المورد الفعلي. أخيراً، إنَّ التمثيل الفعلي للخادم الافتراضي على هيئة ملف أو كائن برمجي مرن يمكِّن من إجراء العمليات البسيطة عليه، كالنقل والنسخ واللصق، وبالتالي إنشاء عدة نسخ منه (أو تكراره)، الأمر الذي يساعد على القيام بعمليات ضرورة؛ كالنسخ الاحتياطي، وإجراءات الاستعادة من الكوارث.

يتم تصنيف برمجية التقنية الافتراضية (أو الهايبرفايزر) إلى صنفين رئيسيين، حسب مُبَاشرَة التعامل مع التجهيزات المادية:

- النوع ١: الهايبرفايزر المبني على التجهيزات المادية:

في هذا النوع، يتم تنصيب برمجية الهايبرفايزر مباشرةً على التجهيزات الفعلية المُستضيفة دون الحاجة لوجود نظام تشغيل مُستَضِيف (host OS)، انظر الشكل رقم (٧-١٢). وبالتالي يمكن للخوادم الافتراضية الوصول إلى الموارد الفعلية وتشغيلها مباشرةً دون حاجة لمساعدة نظام تشغيل المستضيف. يُسهم ذلك في التخلّص من الأعباء التي تنشأ من التواصل والاتصال بنظام تشغيل المستضيف كوسيط؛ الأمر الذي يرفع من كفاءة الأداء مقارنةً بالنوع الثاني من الهايبرفايزر. يناسب هذا النوع من الهايبرفايزر الخوادم التي تواجه أعباءً كبيرة وطلبات مُستخدِم مستمرة، وتلك الخوادم التي تتطلب مستوى عاليًا من الأمان. ومن الأدوات البرمجية التي تستخدم

هذا النوع من الهايبرفايزر: VMWare ESXi، وخادم Oracle VM، و Citrix XenServer، وMicrosoft Hyper-V، وLinux KVM.

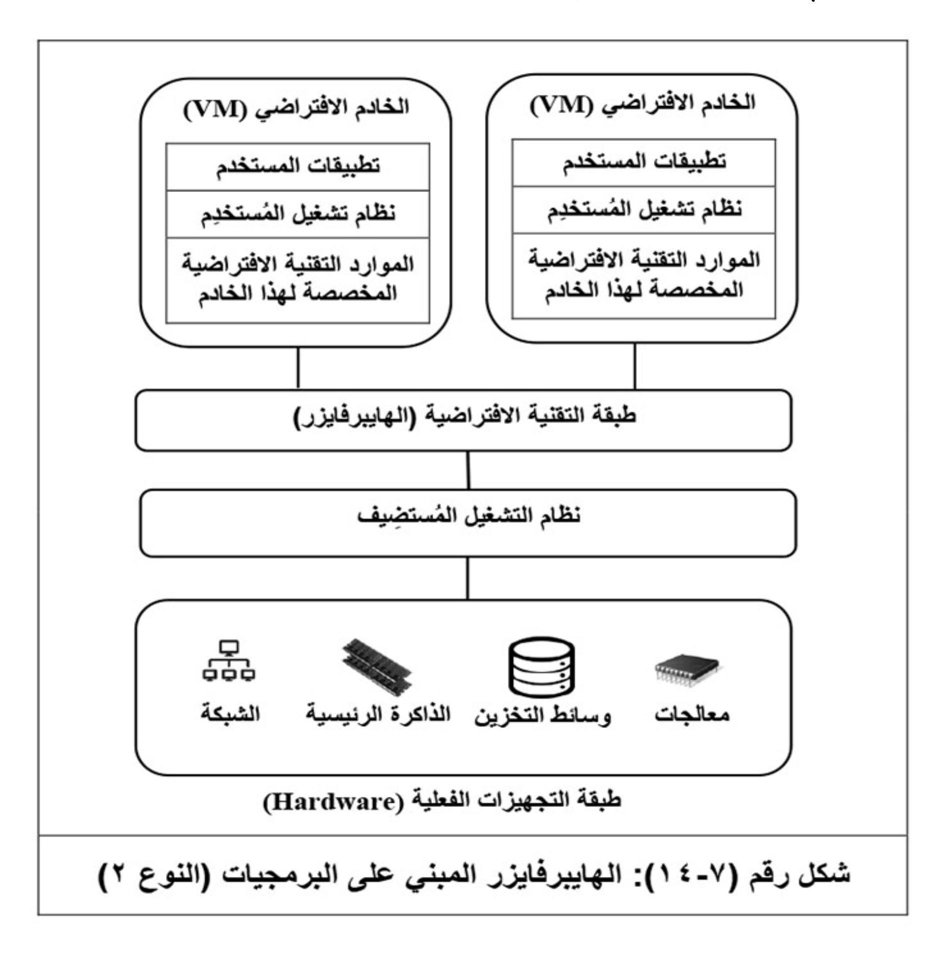


شكل رقم (٧-١٣): الهايبرفايزر المبني على التجهيزات المادية (النوع ١)

- النوع ٢: الهايبرفايزر المبني على البرمجيات:

في هذا النوع يتم تنصيب برمجية الهايبرفايزر على نظام تشغيل موجود مسبقاً، وبالتالي يُسمَّى نظام التشغيل المُستضيف، انظر الشكل رقم (٧-١٣). على سبيل المثال، عندما يكون لمُستخدِم حاسبٌ يعمل على نظام تشغيل ويندوز بإصدار معيّن، يمكنه تنصيب برمجيّة الهايبرفايزر على الويندوز بنفس الطريقة التي يتم فيها تركيب أي برمجيّة أخرى. وبالتالي يمكن للمستخدم إنشاء وإدارة الخوادم الافتراضية باستخدام الهايبرفايزر. فبينما يستطيع نظام التشغيل المُستضيف التعامل والوصول المباشر إلى التجهيزات الفعلية، يحتاج الهايبرفايزر إلى مساعدة نظام التشغيل المُستَضيف كطبقة وسيطة للوصول والتعامل مع التجهيزات

الفعلية. ويتمثل العيب الرئيسي لذلك في احتمالية فشل وتعطُّل نظام تشغيل المُستَضيف؛ الأمر الذي يؤدي إلى تعطُّل الخوادم الافتراضية. لذا يُنصَح بتجنُّب استخدام النوع الثاني من الهايبرفايزر في الحالات التي تكون فيها استمرارية عمل تطبيقات المستخدم ذات أهمية قصوى. ومن الأدوات البرمجية التي تستخدم هذا النوع من الهايبرفايزر: Xvisor، وLguest، وOracle VirtualBox، و VMware Workstation Player، وLinux-VServer.



شكل رقم (٧-١٤): الهايبرفايزر المبني على البرمجيات (النوع ٢)

٦/٧ معوقات عمل التقنية الافتراضية:

على الرغم من التوسُّع الملحوظ في تبنّي التقنية الافتراضية، سواء من قِبَل مزودي الخدمات السحابية أو من قِبَل مراكز البيانات الخاصة، إلا أن هناك العديد من التحديات والصعوبات التي قد تعيق استمرارية تبنّي هذه التقنية أو قد تنفِّر العديد من القادمين الجدُد لتبنّي هذه التقنية (Ogunyemi et al., 2017). ينبغي رفع مستوى الوعي بهذه التحديات وأخذها بعين الاعتبار والعمل على تفادي وقوعها. نستعرض فيما يلي خمسةً من أبرز هذه المعوقات.

- دعم مزودي الخدمة:
على الرغم من الانتشار الواسع لاستخدام هذه التقنية، فقد لا يقدِّم بعض مزودي التقنية الافتراضية الدعم الفني الكافي لبرمجيات التقنية الافتراضية نفسها أو للتطبيقات التي تعمل على خوادمها الافتراضية. في بعض الأحيان قد يُعزَى القصور في الدعم إلى مشاكل تقنية متعلقة بعدم توافقية الخوادم الافتراضية مع وجود تجهيزات مادية جديدة لدى المستفيد، كما قد يكون القصور في الدعم الفني نتيجة إستراتيجية تسويقية من قِبَل مزود الخدمة لتقديم الدعم فقط لبرمجية افتراضية أو لتجهيزات مادية معينة يقوم هو على تسويقها. ولا يغيب عن ذلك إمكانية وجود قصور في المعرفة لدى مزود الخدمة بخصوص طبيعة الأجهزة أو البرمجيات الجديدة التي تتوافق مع برمجية التقنية الافتراضية خاصّته.
- الاعتبارات الأمنية المرتبطة ببرمجية التقنية الافتراضية:
يتم إنشاء البيئة الافتراضية في مراكز البيانات عموماً باستخدام برمجية التقنية الافتراضية أو الهايبرفايزر. وبالتالي، فإنَّ أسهل طريقة لعمل الاختراقات الأمنية والوصول إلى موارد البنية التحتية التقنية الفعلية والتحكم فيها تكون باختراق الهايبرفايزر. من المحتمل أن يقوم مبرمج محترف ذو أهداف محددة بكتابة شفرات برمجية وتشغيلها بهدف تعطيل الخادم المستضيف عن العمل أو تسريب البيانات المخزنة فيه. يُعتبَر النوع الثاني من الهايبرفايزر (الهايبرفايزر المبني على البرمجيات) أكثر قابليةً للتهديدات الإلكترونية من النوع الأول من الهايبرفايزر (المبني على التجهيزات المادية)، حيث تتم عملية الاختراقات، إن حدثت في النوع ٢، عبر نظام تشغيل المُستخدم أو نظام تشغيل المُستضيف. لذا ينبغي على المزود والمستفيد أخذ أقصى درجات الحذر في تأمين

مواردهما التقنية الافتراضية بنفس الطريقة التي يتم بها تأمين الموارد التقنية الفعلية. ويمكن أن يتم ذلك بإيجاد واعتماد وتنفيذ سياسات أمنية صارمة، وتكون مفصّلة بوجود إجراءات واضحة لحماية الموارد التقنية؛ كوجود جدران نارية، والحرص على تحديث الهايبرفايزر ونظام تشغيل المستضيف بشكل دوري، واستخدام أدوات برمجية لمراقبة أداء الهايبرفايزر واكتشاف ومنع الأنشطة المريبة، وتبنّي إجراءات واضحة للتحكُّم في الوصول إلى الموارد.

- زيادة الأعباء وتأثيرها على الأداء:

قد لا يكون تطبيق التقنية الافتراضية مناسباً للأنظمة المعقدة ذات الأعباء المرتفعة، ولتلك التي لا تحتاج إلى توظيف خاصية مشاركة الموارد التقنية بشكل كبير. لذا فإنه من المتوقع أن ينتج عن أي تطبيق لخطة مصاغة بشكل ركيك لتبنّي التقنية الافتراضية أداءٌ سيئٌ للأنظمة بشكل عام، ولتطبيقات المستخدم بشكل خاص. ينبغي العمل على دراسة وتحليل الوضع الراهن بغرض التعرف على متطلبات الأنظمة والتطبيقات والمستفيدين بشكل دقيق، ومن ثَمَّ تحديد مدى ملاءمة تبنّي التقنية الافتراضية من عدمها. في الحالات التي يُحدَّد فيها مسبقاً توقُّع زيادة الأعباء على الأنظمة والتطبيقات، فإنَّ الممارسة الشائعة لمواجهة ذلك تكون بتبنّي التقنية الافتراضية الجزئية التي تتميز بتجاوزها لأعباء القيام بعملية الترجمة الثنائية، التي تسهم في تأخير تنفيذ طلبات المُستخدِم، بين نظام تشغيل المُستخدم وموارد البنية التحتية التقنية؛ مما يساعد على تحسين الأداء بشكل عام. يتمثل العيب الرئيسي في منهجية الافتراضية الجزئية في الحاجة إلى إجراء تعديلات على نظام تشغيل المُستخدِم حتى يتمكن من التعامل مع الهايبرفايزر والتجهيزات المادية بشكل مباشر، الأمر الذي قد يترتب عليه عدم صلاحيته للعمل في بيئات أخرى، وظهور إشكاليات عدم التوافقية للخوادم الافتراضية المشغلة لأنظمة التشغيل تلك عند الحاجة إلى نقلها إلى مستضيفين آخرين.

- عدم التوافقية بين برمجية التقنية الافتراضية والتجهيزات المادية الخاصة:

قد يكون لعدم وصول برمجية التقنية الافتراضية إلى مستوى عالٍ من النضج التقني، أسوةً بالأنظمة والبرمجيات التقليدية الأخرى، تأثيرٌ في عدم توافقها مع بعض التجهيزات المادية الخاصة؛ لعدم توفُّر معرفات برمجية لها سواء من قِبل مزودي التجهيزات الخاصة أو من مزودي التقنية الافتراضية.

- التحديات الإدارية:

ينتج عن زيادة الطبقات الوسيطة بين تطبيقات المستخدم من جهة ونظام تشغيل المستضيف والبنية التحتية التقنية من جهة أخرى، زيادةٌ في التحديات لإدارة البيئة التقنية عموماً. تظهر هذه التحديات مع تبني الافتراضية الكاملة والافتراضية الجزئية اللتين تتطلبان إدخالَ طبقة وسيطة بين تطبيقات المستخدم ونظام تشغيل المستضيف. وتزداد هذه التحديات خصوصاً مع بعض التطبيقات المعقدة (لتعدُّد طبقاتها الداخلية) التي تتطلب التعامل مع خوادم وتطبيقات أخرى متعددة. يمكن تخفيف أثر هذه التحديات عن طريق توفير سياسات وإجراءات عمل واضحة تسهل وتساعد في إدارة أي بيئة متعددة الطبقات، كما أنَّ ظهور تطبيقات إدارية متعددة حالياً يتم تصميمها من قبل مزودي خدمات التقنية الافتراضية أو من قبل الحوسبة السحابية عموماً، مثل قوقل أو أمازون، يساعد كثيراً في تخفيف أثر تحديات إدارة الموارد التقنية من تجهيزات أو برمجيات.


٢٩٦

الفصل الثامن

أمن الحوسبة السحابية

يتناول الفصل الثامن في مقدمته المسؤولية المشتركة لأمن الحوسبة السحابية بين مزود الخدمات السحابية والمستفيد منها، وأبرز المخاطر والتهديدات الأمنية في الحوسبة السحابية. يتم بعد ذلك استعراض النماذج المعيارية ذات العلاقة بأمن الحوسبة السحابية؛ كالنموذج المرجعي لمبادرة السحابة الموثوقة (TCI)، والنموذج المعياري لنطاق إدارة أمن ومخاطر السحابة. يتطرق الجزء الثالث من هذا الفصل إلى أبرز الجوانب الأمنية في السحابة؛ كآلية تحديد مستوى الأمن المطلوب، والإستراتيجيات الرئيسية لإدارة أمن خدمات السحابة، والضوابط الأمنية التي ينبغي التركيز عليها، ثم يتم استعراض أمن أبرز الأصول السحابية؛ كالبيانات، والشبكة، والتقنية الافتراضية، والمنصة. وفي الجزء الرابع يتم التطرُّق إلى التخطيط للتعافي من الكوارث، وأخيراً يستعرض الجزء الخامس حماية خصوصية وتكامل البيانات.

١/٨ مقدمة:

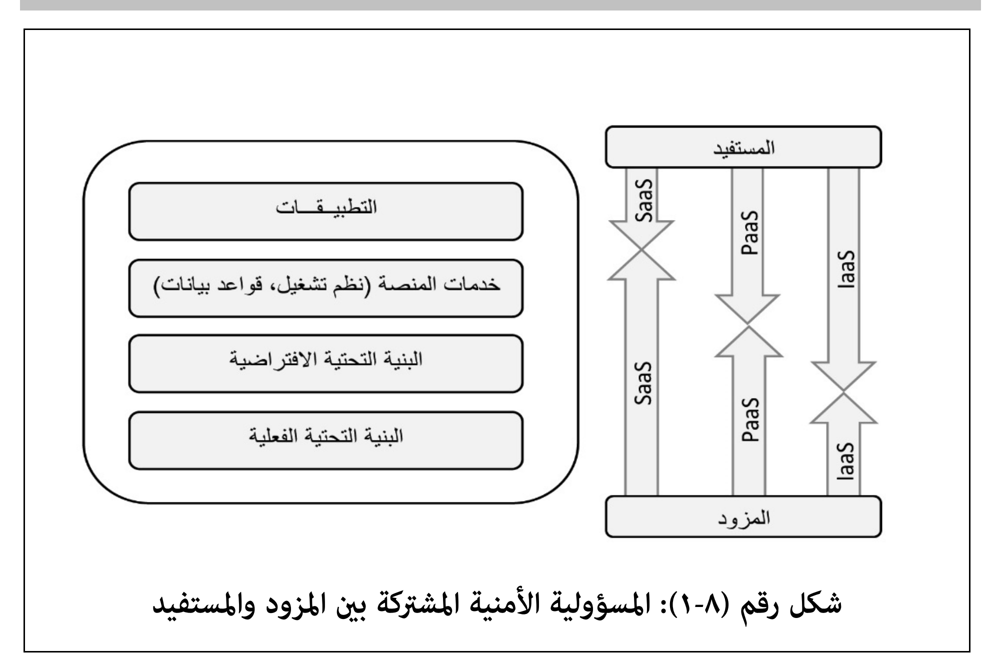
قبل ظهور الحوسبة السحابية لم يكن من أولويات مستخدمي الأنظمة والتطبيقات الإلكترونية فرض مستوى عالٍ من الأمن على الموردين، بالرغم من أن تلك الأنظمة والتطبيقات في الغالب تتضمن مزايا أمنية يمكن تفعيلها بعد تنصيبها وتشغيلها ضمن حدود المنظمة المستفيدة. كان من السهل على المورِّد القيام برصد المخاطر الأمنية داخلياً، وتفعيل المزايا الأمنية المناسبة لتلك الأنظمة والتطبيقات، والتأكد من تكاملها مع الإجراءات الأمنية المتّبعة في المنظمة المستفيدة. على سبيل المثال، تتيح برمجية الدليل النشط (active directory) خاصية النفاذ الموحّد (SSO) إضافةً إلى خصائص أمنية أخرى تُمكِّن المستفيد من القيام بتهيئة البرمجية بما يتلاءم مع متطلباته الأمنية. قد يعود السبب الرئيسي وراء عدم إعطاء الاهتمام الكافي بالنواحي الأمنية حينها إلى كون تلك البرمجيات تعمل ضمن حدود المنظمة المستفيدة وخلف جدرانها النارية، الأمر الذي يعني انخفاض إمكانية حدوث تهديدات إلكترونية خارجية.

ومع ظهور الحوسبة السحابية، ازدادت المسؤولية الملقاة على عاتق مزودي الخدمة لرفع مستوى أمن الخدمات والتطبيقات السحابية وكذلك البيانات، نيابةً ومشاركةً مع عملائهم

من المستفيدين، وبما يتماشى مع اتفاقية مستوى الخدمة (SLA). تستلزم آلية عمل السحابة انتقال معظم مسؤوليات التحكم في الموارد التقنية من تطبيقات وبيانات من موقع المستفيد إلى موقع المزود، فمن الطبيعي حدوث تحوُّل لدى كلٍّ من المزود والمستفيد فيما يتعلق بدرجة الاهتمام بالنواحي الأمنية لضمان سلامة التطبيقات وبالأخص البيانات، من خلال التأكيد على الالتزام ببنود اتفاقية مستوى الخدمة. بشكل عام، يمكن تصنيف المخاطر الأمنية المتعلقة بالحوسبة السحابية إلى صنفين عامّين:

- المخاطر الأمنية التي تواجه مزودي الخدمات السحابية؛ كتلك المرتبطة بخدمات البنية التحتية كخدمة (IaaS)، أو خدمات البرمجيات كخدمة (SaaS)، أو خدمات المنصة كخدمة (PaaS).
- المخاطر التي تواجه المستفيدين (وهم العملاء الذي اختاروا استضافة بعض أو كل تطبيقاتهم أو بياناتهم على السحابة) أثناء استخدام الخدمات السحابية.

على الرغم من أنَّ مسؤولية أمن الحوسبة السحابية هي مسؤولية مشتركة بين المزود والمستفيد، إلا أنه يجب على المزودين التأكُّد من أن بنيتهم التقنية التحتية في وضع آمن، وأن بيانات وتطبيقات عملائهم محميّة من أي تهديدات إلكترونية. من جهة أخرى، ينبغي على المستفيد التعرف على حقوقه وواجباته ومسؤولياته بدقة، وأخذ التدابير اللازمة لتحصين النفاذ إلى تطبيقاته وبياناته من خلال استخدام ممارسات آمنة. يوضح الشكل رقم (٨-١) مستويات متحركة لمسؤولية تطبيق الضوابط الأمنية المشتركة لكلٍّ من المزود والمستفيد بناءً على نموذج الخدمات السحابية التي يتبناها المستفيد، سواء كانت البنية التحتية كخدمة (IaaS) مثل التخزين السحابي، أو المنصة كخدمة (PaaS) مثل خدمة قواعد البيانات، أو البرمجيات كخدمة (SaaS) مثل خدمة إدارة موارد المؤسسة (ERP). ففي نموذج البرمجيات كخدمة (SaaS)، يتولّى مزود الخدمة النصيب الأكبر من مسؤولية تطبيق الضوابط الأمنية؛ لأن المستفيد يتحكّم فقط في طبقة التطبيقات. كما يُتاح للمستفيد من خدمات البنية التحتية كخدمة (IaaS) التحكم في كل شيء تقريباً ما عدا طبقة البنية التحتية الفعلية التي تظلُّ تحت مسؤولية مزود الخدمة.



شكل رقم (٨-١): المسؤولية الأمنية المشتركة بين المزود والمستفيد

مع ارتفاع مستوى التنسيق في مجال أمن السحابة بين المزود والمستفيد، وكذلك الالتزام، كلٌّ من جهته، بمسؤولياته وواجباته، يرتفع مستوى الثقة المتبادل بين الطرفين؛ الأمر الذي يساعد كثيراً في تفادي الوقوع في المخاطر الأمنية، وفي تسريع حل المشاكل حين وقوعها.

ينبغي على المستفيد قبل الإقدام على تبنّي الحلول السحابية بذل الجهود اللازمة لاستيعاب وفهم المتطلبات الأمنية والخصائص السحابية التي قد تكون منطلقاً لظهور مشاكل أمنية مستقبلية، ومن هذه المتطلبات والخصائص ما يلي:

- إتاحة السحابة لإمكانية الوصول الواسع عبر الشبكة.
- إخفاء موقع تخزين البيانات.
- قابلية قياس استخدام الموارد السحابية.
- وجود نطاقات منطقية (وديناميكية) للأنظمة في السحابة.
- قابلية مشاركة الموارد السحابية بين عدة مستفيدين.

- ضرورة المشاركة في تحمُّل المسؤولية بين المزود والمستفيد.
- انخفاض مستوى التحكم في الموارد السحابية المتاح للمستفيد، مقارنةً بنظيره في الموارد الخاصة.
- إمكانية الزيادة السريعة في الطلب على الموارد السحابية.
- ارتفاع مستوى التعقيد في تصميم طبقات السحابة (كوجود طبقة التقنية الافتراضية).
- ارتفاع مستوى أتمتة الخدمات السحابية، سواء الموجودة منها في الواجهة الأمامية للمستفيد أو في الواجهة الخلفية.

إنَّ انتقال بيئة الحوسبة من بيئة داخلية مصغَّرة إلى بيئة خارجية متشعبة جلَب معه العديدَ من التهديدات الأمنية السحابية، التي قد تقع في أي نقطة على المسار الشبكي بين المستخدم النهائي والخادم الفعلي، مروراً بالطبقات الوسيطة بينهما. نستعرض فيما يلي أبرزَ تلك التهديدات التي تظل تُشكِّل هاجساً كبيراً لدى أصحاب المصلحة في السحابة، انظر الشكل رقم (٨-٢).

- التنصُّت على حركة البيانات:

يحدث التنصّت على البيانات عند انتقالها بين المستفيد والمزود، حيث تقوم برمجية خبيثة باعتراض البيانات بصفة غير شرعية بغرض جَمْع معلومات معينة وكشفها لتحقيق أهداف قد تخدم المهاجم.

- الوسيط الخبيث:

يحدث هذا التهديد عند قيام برمجية خبيثة باعتراض الرسائل على السحابة ثم التعديل عليها، الأمر الذي يؤثر ليس فقط على خصوصية وسرية بيانات الرسائل؛ بل على وحدتها وتكاملها. والأسوأ أن يتم إدراج بيانات أو برمجيات ضارة ضمن محتويات الرسائل قبل إعادة توجيهها إلى مكان وصولها.

- الحرمان من الخدمة:

ينتج عن إغراق المورد السحابي (كالخادم) بكمٍّ هائل من الطلبات والرسائل المصطنعة توقفه عن العمل، وبالتالي حرمان المستفيدين من جميع الخدمات السحابية التي يشغّلها ذلك المورد السحابي.

- الصلاحية غير الشرعية:

يقع هذا التهديد عندما يتم منح مهاجم ما صلاحية الوصول إلى مورد سحابي بالخطأ أو بطريقة غير شرعية؛ الأمر الذي ينتج عنه وصول المهاجم إلى موارد عادةً ما تكون محمية. وقد يقع أيضاً بسبب حماية مورد سحابي بكلمات سرية ضعيفة أو بحسابات مشتركة. قد يؤدي هذا النوع من التهديدات إلى نتائج خطيرة بناءً على نطاق الوصول الذي اكتسبه المهاجم، كالوصول إلى قواعد بيانات محمية.

- الهجوم الافتراضي:

تتيح التقنية الافتراضية إمكانية وصول عدة مستفيدين إلى الموارد التقنية الافتراضية (كالخوادم الافتراضية) التي قد تشترك في نفس التجهيزات التقنية الفعلية (كالخوادم الفعلية)، انظر الشكل رقم (٧-٢) والشكل رقم (٨-٢). إلا أنَّ الموارد التقنية الافتراضية تكون منفصلة عن بعضها البعض بشكلٍ منطقي وليس فعليًا. تنطوي في ذلك على مخاطرة كامنة، بحيث يمكن لأحد المستفيدين إساءة استخدام صلاحية الوصول الممنوحة له والهجوم على التجهيزات التقنية الفعلية. ينتج عن هذا التهديد إفشاء معلومات سرية لعملاء آخرين، أو إجراء عمليات غير شرعية على البيانات، أو مساومة مستفيدين آخرين تمكَّن المهاجم من وضع اليد على بياناتهم. غالباً ما يظهر هذا التهديد جلياً في السحابة العامة، حيث يشترك أكثر من مستفيد في استخدام نفس المورد السحابي الفعلي.

- تفاوت الإجراءات الأمنية:

عند قيام المستفيد بوضع موارده التقنية (كالتطبيقات أو البيانات) على سحابة عامة، من المحتمل أن تكون السياسات والإجراءات الأمنية خاصته غير متطابقة مع تلك الموجودة لدى مزود السحابة، حينئذٍ عليه القبول بما هو متاح على السحابة. يحتاج المستفيد القيام بتقييم هذه الحالة اللاتوافقية مسبقاً، والتأكد من أن البيانات

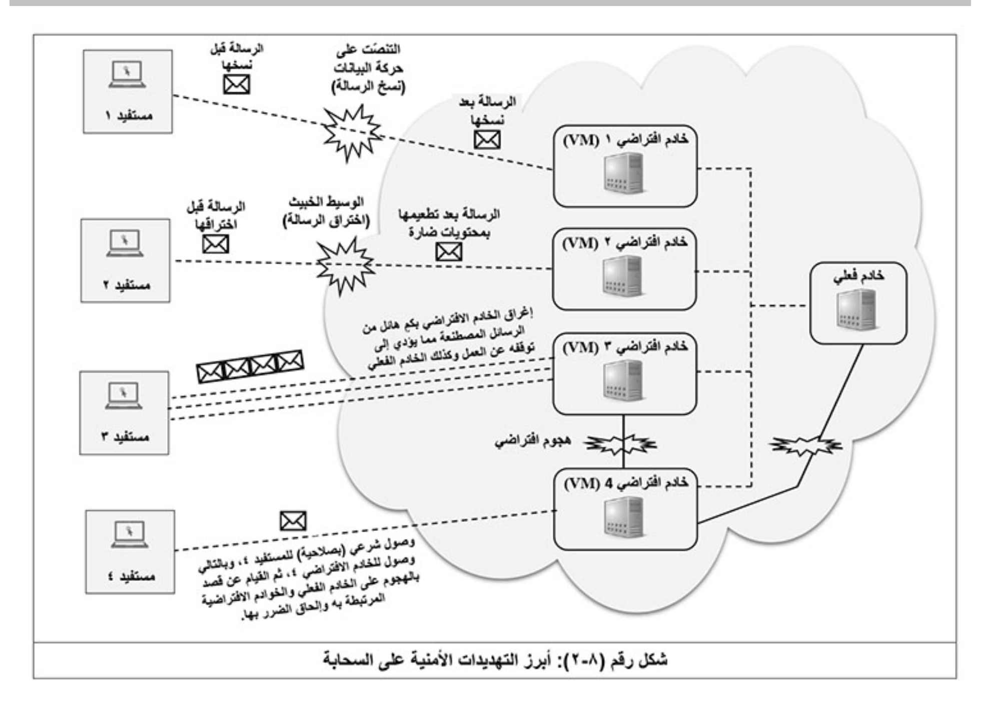
والتطبيقات المنتقلة إلى السحابة العامة تكون حسب البنود المتفق عليها في وضع محمي من أي تهديد أمني. من الصعوبة بمكان منح المستفيد تحكماً كافياً أو صلاحية لتغيير السياسات أو الإجراءات المتّبعة لدى مزود الخدمة؛ كون الموارد التقنية تظل ضمن ملكية مزود الخدمة.

- قصور في فَهْم اتفاقية مستوى الخدمة:

من الضروري قيام المستفيد بمراجعة وتدقيق بنود اتفاقية مستوى الخدمة (SLA)، والتي غالباً يسنّها مزود الخدمة؛ للتأكد من أن السياسات الأمنية والضمانات الأخرى متوافقة بمستوى مرضٍ ومتوافق مع احتياجات موارده التقنية المزمع وضعها على السحابة. وأي قصور في فهم تلك البنود قد يؤدي إلى دخول المستفيد في إشكاليات تقنية أو تحمُّل مسؤولية بعد بدء تشغيل الخدمة السحابية. كلما زادت المسؤولية المكتوبة في اتفاقية مستوى الخدمة على مزود الخدمة، انخفضت المخاطر على المستفيد.

- قصور في إدارة المخاطر:

كجزء من إستراتيجية إدارة المخاطر، ينبغي على المستفيد القيام بتقييم جاد للمخاطر، يشمل تحديدَ التهديدات والمخاطر المحتملة وتقييماً لها وآليةً للتخفيف من آثارها ومعالجتها عند وقوعها. أي قصور في أداء الخطوات الأساسية لإدارة المخاطر (تقييم المخاطر، وعلاج المخاطر، والتحكم في المخاطر) يفضي إلى وقوع المستفيد في مشاكل تشغيلية ومسؤوليات قد يكون تأثيرها مادياً باهظ الثمن.



شكل رقم (٨-٢): أبرز التهديدات الأمنية على السحابة

٢/٨ النموذج المعياري لنطاق إدارة أمن ومخاطر السحابة:

قامت منظمة تحالف أمن السحابة (Cloud Security Alliance – CSA) بتطوير نموذج مرجعي لمبادرة السحابة الموثوقة (Trusted Cloud Initiative – TCI). هذا النموذج عبارة عن منهجية ومجموعة أدوات تمكِّن مطوري التطبيقات السحابية وأخصائيي أمن تقنية المعلومات وأخصائيي إدارة المخاطر من عمل تقييم شامل عن الحالة التشغيلية لتقنية المعلومات داخل المنظمات، وعن ضوابط اختيار مزودي الخدمات السحابية من ناحية قدراتهم التقنية والأمنية، كما تمكّنهم من عمل خارطة طريق لتحقيق الاحتياجات الأمنية الخاصة بأعمال المنظمات. وحيث إنَّ أيَّ نموذج مرجعي يسترشد دائماً بمتطلبات الأعمال، فإنَّ النموذج المرجعي لمبادرة السحابة الموثوقة (TCI) يستمد هذه المتطلبات من مصفوفة ضوابط السحابة (Cloud Controls Matrix – CCM) التي تحتوي على ١٦ بُعْداً أمنيًّا يساعد المستفيد المنظور على عمل تقييم شامل للمخاطر الأمنية المرتبطة بمزودي الحوسبة السحابية. يوضِّح الجدول رقم (٨-١) قائمة بأبعاد مصفوفة ضوابط السحابة (CCM).

جدول رقم (٨-١): أبعاد مصفوفة ضوابط السحابة (CCM)

رقم	الضابط الأمني	الاختصار
١	أمن التطبيقات والواجهات.	AIS
٢	ضمان المراجعة والالتزام.	AAC
٣	إدارة استمرارية الأعمال ومرونة التشغيل.	BCR
٤	ضبط التغيير وإدارة التهيئة.	CCC
٥	أمن البيانات وإدارة دورة حياة المعلومات.	DSI
٦	أمن مركز البيانات.	DcS
٧	التشفير وإدارة المفاتيح.	EKM
٨	الحوكمة وإدارة المخاطر.	GRM
٩	أمن الموارد البشرية.	HRS
١٠	إدارة الهوية والنفاذ.	IAM
١١	البنية التحتية والتقنية الافتراضية.	IVS
١٢	القابلية للمشاركة والتنقل.	IPY
١٣	أمن الهواتف المتنقلة.	MOS
١٤	إدارة الحوادث الأمنية، الاستكشاف الإلكتروني والتحاليل السحابية.	SEF
١٥	إدارة الإمدادات والشفافية والمسؤولية.	STA
١٦	إدارة التهديدات والقابلية للتهديدات.	TVM

يتكوَّن النموذج المرجعي لمبادرة السحابة الموثوقة (TCI) من سبعة نطاقات شاملة تمَّ تعريفها وتنظيمها استناداً على أُطُر معمارية شهيرة تمثل أفضل الممارسات في مجال تقنية المعلومات بشكل عام، وفي مجال أمن المعلومات بشكل خاص، مثل: إطار سابسا (SABSA)، وإطار آي تيل (ITIL)، وإطار توجاف (TOGAF)، وإطار جيريكو (Jericho). انظر الشكل رقم (٨-٣). وهذه النطاقات هي:

١. نطاق خدمات دعم عمليات الأعمال.

٢. نطاق عمليات تقنية المعلومات والدعم.

٣. نطاق خدمات العرض.

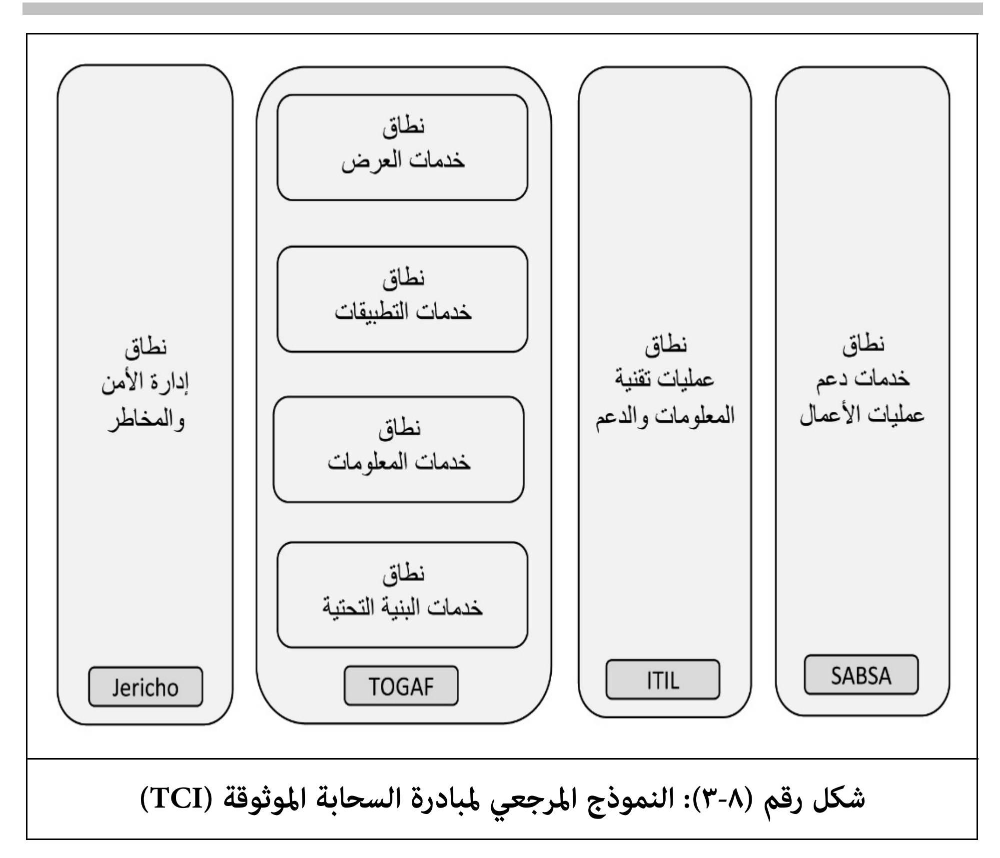
٤. نطاق خدمات التطبيقات.

٥. نطاق خدمات المعلومات.

٦. نطاق خدمات البنية التحتية.

٧. نطاق إدارة الأمن والمخاطر.

يمكن استخدام النموذج المرجعي (TCI) في مراحل متعددة لتصميم الخدمات السحابية بما فيها الخدمات الأمنية؛ كمرحلة إجراء تقييم الفرص لإنشاء وتحسين خارطة طريق لتبنّي أي تقنية، ومرحلة تعريف الأنماط الأمنية المتكررة، ومرحلة تقييم مزودي الخدمات السحابية استناداً على مجموعة من القدرات التقنية والأمنية. وحيث إنَّ موضوع هذا الفصل هو أمن الحوسبة السحابية، يتم التركيز على نطاق إدارة الأمن والمخاطر (Security and Risk Management – SRM) في النموذج المرجعي لمبادرة السحابة الموثوقة (TCI) لوجود صلة وثيقة بينهما، إلا أنه يمكن الحصول على تفاصيل أكثر عن النطاقات الأخرى من خلال الموقع الإلكتروني لمنظمة تحالف أمن السحابة (CSA) على الرابط (https://cloudsecurityalliance.org).



شكل رقم (٨-٣): النموذج المرجعي لمبادرة السحابة الموثوقة (TCI)

بشكل عام، تشير إدارة الأمن والمخاطر (SRM) إلى مجموعة من عمليات الحوسبة الأمنية؛ كاستخدام كلمات المرور، والجدران النارية، والتشفير لغرض حماية أنظمة وبيانات الحواسيب. يتم صياغة هذه العمليات على هيئة سياسات وإجراءات مترابطة ومنظمَّة يتم استخدامها من خلال أدوت ووسائل تقنية وتنظيمية؛ لغرض التدقيق على عمل الأنظمة الحاسوبية، ولفحص نقاط الضعف فيها. يتحقق بنجاح تطبيق سياسات إدارة الأمن والمخاطر منعٌ للاستخدام غير المصرح به وسوء الاستغلال، واستعادة المعلومات ونظم الاتصالات والمعلومات التي تحتويها؛ وذلك بهدف ضمان توافر واستمرارية عمل نظم المعلومات، وتعزيز حماية وسريّة وخصوصية البيانات.

وبشكل خاص، يتضمّن نطاق إدارة الأمن والمخاطر (SRM) في النموذج المرجعي لمبادرة السحابة الموثوقة (TCI) مجموعةً من المكونات الأساسية لأمن المعلومات في أي منظمة.

يتم توظيف هذه المكونات لحماية الأصول التقنية، ولاكتشاف وتقييم ومراقبة المخاطر الأمنية الكامنة في الأنشطة التشغيلية. تُسمَّى هذه المكونات بالنطاقات الفرعية وعددها سبعة. وهذه المكونات هي: الحوكمة وإدارة المخاطر والالتزام، وإدارة أمن المعلومات، والبنية التحتية لإدارة الامتيازات، وإدارة التهديدات والقابلية للتهديدات، وخدمات حماية البنية التحتية، وحماية البيانات، والسياسات والمعايير. يتم تجميع هذه النطاقات الفرعية في نموذج واحد يُسمَّى بالنموذج المعياري لنطاق إدارة أمن ومخاطر السحابة، انظر الشكل رقم (٨-٤).

فيما يلي، نستعرض بالتفصيل النطاقات الفرعية السبعة لنطاق إدارة الأمن والمخاطر (SRM).

نطاق فرعي ١/ الحوكمة وإدارة المخاطر والالتزام:

يعمل هذا النطاق الفرعي على تكامل ومواءمة مجموعة من الأنشطة، مثل: حوكمة المنظمة، وإدارة مخاطر المنظمة، والتزام المنظمة بالأنظمة والتشريعات ذات العلاقة، من خلال تحديد الهياكل والأدلة التنظيمية والإجراءات والضوابط المناسبة، ثم تطبيقها لتحقيق أمن معلومات فعَّال ثم المحافظة عليه.

يحتوي هذا النطاق الفرعي على ستة مكونات مترابطة ومتكاملة. أولاً، مكوِّن إدارة الالتزام، الذي يضمن الالتزام بمعايير وسياسات أمن المعلومات الداخلي. ثانياً، مكوِّن إدارة الموردين، الذي يضمن التزام مزودي الخدمات والموردين بسياسات أمن المعلومات المتفق عليها، وتطبيقهم لمبادئ الملكيّة والعُهَد. ثالثاً، مكوِّن إدارة مخاطر تقنية المعلومات، الذي يضمن تحديد جميع أنواع المخاطر وفهمها والإبلاغ عنها، واتخاذ القرار المناسب بشأنها (إمّا قبولها، أو علاجها، أو نقلها، أو تجنُّبها). رابعاً، مكوِّن إدارة السياسات، الذي يسعى إلى إيجاد هيكل ودليل تنظيمي للمنظمة وإجراءات وضوابط تدعم في مجملها إنشاء وتنفيذ وإدارة سياسات المنظمة، والتي ينبغي أن تتماشى مع متطلبات واحتياجات المنظمة. خامساً، مكوِّن إدارة المراجعة والتدقيق، الذي يسلِّط الضوء على مناطق التحسين والتطوير. سادساً، مكوِّن الوعي التقني والتدريب، الذي يسعى إلى رفع مستوى القدرات والمهارات اللازمة لاختيار وتطبيق آليات الأمن التقني الفعّال، والأدوات والوسائل ذات العلاقة.

الحوكمة، وإدارة المخاطر، والالتزام

إدارة الالتزام	إدارة السياسات
إدارة الموردين	إدارة المراجعة والتدقيق
إدارة مخاطر تقنية المعلومات	الوعي التقني والتدريب

إدارة أمن المعلومات

تخطيط القدرات	لوحة التحكم بالمخاطر
إدارة محفظة المخاطر	إدارة المخاطر المتبقية

البنية التحتية لإدارة الامتيازات

إدارة الهوية	خدمات الصلاحية
خدمات المصادقة	إدارة استخدام الامتيازات

إدارة التهديدات والقابلية للتهديدات

اختبار الالتزام	اختبار الاختراقات
إدارة القابلية للتهديدات	إدارة التهديدات

خدمات حماية البنية التحتية

الخوادم	الطرفيات
الشبكات	التطبيقات

حماية البيانات

إدارة دورة حياة البيانات	منع تسريب البيانات
خدمات التشفير	

السياسات والمعايير

معايير الأمن التشغيلي	سياسات أمن المعلومات	إرشادات القيام بالمهام
أفضل الممارسات	الوعي القائم على الأدوار	
تصنيف البيانات / الأصول	معايير الأمن التقني	

شكل رقم (٨-٤): النموذج المعياري لنطاق إدارة أمن ومخاطر السحابة

نطاق فرعي ٢/ إدارة أمن المعلومات:

يهدف هذا النطاق الفرعي إلى القيام بالقياسات المناسبة من أجل التقليص أو التخلص من آثار التهديدات الأمنية على المنظمة. تشمل هذه القياسات نموذج نضج القدرات (الذي يحدد مراحل التطوير المؤسسي ابتداءً من مرحلة عدم النضح مروراً بعدة مراحل متقدمة من النضج حسب اكتساب المنظمة للخبرات والمعارف)، ونموذج تخطيط القدرات (الذي يوصّف كيفية وصول المنظمة إلى أهدافها، ويشجّع على وجود علاقة قوية بين نموذج أعمال المنظمة والبنية التحتية التقنية التي تدعم احتياجات المنظمة؛ الأمر الذي ينتج عنه منظور موحد قابل للفهم من قِبَل أصحاب الأعمال والتقنيين على حدٍ سواء)، وخارطة طريق لتصميم أمن المعلومات (الذي يوفِّر خارطة طريق يمكن تطبيقها على المشاريع التقنية)، ومحفظة المخاطر (حيث يتم تسجيل جميع المخاطر ومراقبتها والإبلاغ عنها). عادةً ما يتم استخدام لوحات إلكترونية خاصة بإدارة الأمن والمخاطر لقياس ومتابعة فعالية القرارات المتخذة، ولمساعدة المنظمة على اتخاذ قرارات جديدة عند الحاجة للمحافظة على مستويات مقبولة في أمن المعلومات. قد يتبقى مجموعة من المخاطر غير المسجلة في محفظة المخاطر، والتي ينبغي التعامل معها ومتابعتها وتقديم الحلول المناسبة لها، تُسمَّى هذه العملية بإدارة المخاطر المتبقية.

نطاق فرعي ٣/ البنية التحتية لإدارة الامتيازات:

يهدف هذا النطاق الفرعي إلى ضمان أنَّ المستخدم يستطيع النفاذ إلى الموارد التقنية المستهدفة، ويمتلك الامتيازات والصلاحيات اللازمة لتنفيذ واجباته ومسؤولياته من خلال مهام إدارة الهوية والنفاذ (IAM)، مثل: إدارة الهوية، وخدمات المصادقة، وخدمات الصلاحية، وإدارة استخدام الامتيازات. يمكِّن هذا الانضباط الأمني الأفراد المعنيين من النفاذ والوصول إلى الموارد الصحيحة في الأوقات الصحيحة، ولتحقيق الأهداف الصحيحة. كما يساعد هذا الانضباط الأمني على سدِّ الحاجة الماسّة لضمان النفاذ والوصول المناسبين إلى الموارد التقنية الموزعة على بيئات تقنية غير متجانسة، وتحقيق متطلبات الالتزام الصارمة.

تركِّز الضوابط التقنية للبنية التحتية لإدارة الامتيازات على توفير الهوية، وكلمات المرور السرية، والمعيار الثنائي للمصادقة، وإدارة السياسات. تمثل هذه الممارسة مطلباً حساساً لأي منظمة، كما تشكل مواءمة لمتطلبات الأعمال التي لا تتطلب فقط مهارات تقنية؛ بل تتطلب أيضاً مهارات مهنية.

نطاق فرعي ٤/ إدارة التهديدات والقابلية للتهديدات:

يتعامل هذا النطاق الفرعي مع أبعاد الأمن الأساسية؛ كإدارة التهديدات، وإدارة القابلية للتهديدات (تحديد ومعالجة نقاط الضعف)، واختبار الاختراقات، واختبار الالتزام. تعتبر إدارة القابلية للتهديدات مَهمَّة معقدة، حيث ينبغي أن تقوم المنظمة بتتبُّع أصولها، وبمراقبة وإيجاد نقاط الضعف المعروفة، واتخاذ الإجراءات المناسبة لإصلاح وتحديث البرمجيات، وتغيير الإعدادات، وتوظيف ضوابط أخرى في محاولة لتقليص آثار الهجمات المحتملة على الموارد التقنية في حال وقوعها.

نطاق فرعي ٥/ خدمات حماية البنية التحتية:

يهدف هذا النطاق الفرعي إلى حماية وتأمين الخوادم، والشبكات، والطرفيات، والتطبيقات. يستخدم هذا النطاق الفرعي منهجياتٍ وقائيةً تقليدية لحماية أوعية وقنوات البيانات، مثل: أنظمة اكتشاف التطفُّل (IDS)، وأنظمة الوقاية من التطفُّل (IPS)، والجدران النارية، وأنظمة مكافحة البرامج الضارة، والقوائم البيضاء والسوداء للوقائع والمستخدمين. تُعدُّ هذه المنهجيات ملائمة لمجابهة الهجمات التقليدية أو غير المتقدمة، كما أنها نسبياً غير مكلفة مادياً.

نطاق فرعي ٦/ حماية البيانات:

تنطوي حماية البيانات على ضرورة القيام بتغطية كل مراحل دورة حياة البيانات وأنواعها وحالاتها. تشتمل دورة حياة البيانات على عدة مراحل، هي: إنشاؤها، وتخزينها، والوصول إليها، ومناقلتها، ومشاركتها، والتخلص منها. أما أنواع البيانات فتشمل البيانات غير المهيكلة (مثل وثائق معالجات النصوص)، والبيانات المهيكلة (مثل قواعد البيانات)، والبيانات شبه المهيكلة (مثل البريد الإلكتروني). وتشتمل حالات البيانات على ثلاث حالات، هي: البيانات الساكنة (المخزنة)، والبيانات المتحركة أو المتناقلَة، والبيانات المستخدَمة. تشمل ضوابط حماية البيانات كلًّا من: إدارة دورة حياة البيانات، ومنع تسريب البيانات، وخدمات التشفير، مثل: إدارة المفاتيح، والتشفير المتماثل. كما ينبغي حماية الحقوق الفكرية للبيانات من خلال إدارة الحقوق الرقمية.

نطاق فرعي ٧/ السياسات والمعايير:

يتم اشتقاق السياسات من متطلبات الأعمال القائمة على المخاطر، وتوجد على مستويات متعددة، مثل: سياسة أمن المعلومات، وسياسة الأمن المادي، وسياسة استمرارية الأعمال، وسياسة أمن البنية التحتية، وسياسة أمن التطبيقات، وكذلك السياسة الشاملة لإدارة المخاطر التشغيلية للأعمال. تظهر السياسات الأمنية على شكل تعليمات تسرد المتطلبات التي تحدِّد نوع الأمن المطلوب والمقدار اللازم لحماية أعمال المنظمة. كما تحدِّد السياسات ما ينبغي فعله دون الإشارة إلى أدوات تقنية بعينها. أما من ناحية المعايير فهي تهدف بشكل رئيسي إلى ضمان أن المكونات التقنية المختلفة عن بعضها البعض (من برمجيات وتجهيزات) يمكن أن تتكامل داخل الأنظمة دون إحداث أي ثغرات أمنية أو توقُّف لعمل النظام ككل. هناك العديد من المنظمات والجهات التي أخذت على عاتقها سنَّ المعايير الأمنية، مثل: ISO، وIETF، وIEEE، وISACA، وOASIS، وTCG. قد تأتي هذه المعايير على هيئة توجيهات للقيام بالأمن التشغيلي، أو إرشادات القيام بالمهام، أو أفضل الممارسات، أو الوعي القائم على الأدوار والمهام. ينبغي تطبيق المعايير في ثلاثة نطاقات عمل رئيسية. يبرز الأول منها عند تنفيذ الحلول الأمنية، مثل: التشفير، والصلاحيات، والمصادقة. ثانياً، ينبغي تنفيذ الخدمات الأمنية كخدمات مستقلة عن الخدمات الأخرى، ومن ثَمَّ يمكن مشاركتها عبر عدة تطبيقات أو أنظمة أو طبقات وسيطة أو غيرها. أخيراً، ينبغي لمخرجات أمن البيانات، مثل سجلات التدوين والأخطاء والتحذيرات وتتبُّع وتصحيح الأخطاء، مراعاة استخدام أنماط موحَّدة لإسناد الأسماء وتنسيق هيئتها. يوضِّح الجدول رقم (٨-٢) قائمةً بأبرز المعايير الأمنية ذات العلاقة بالحوسبة السحابية.

٣/٨ النواحي الأمنية في السحابة:

استعرضنا في مقدمة هذا الفصل أبرز المخاطر والتهديدات الأمنية في السحابة، والمسؤولية المشتركة لأمن الحوسبة السحابية. ثم تطرقنا بعد ذلك إلى النموذج المعياري لنطاق إدارة أمن ومخاطر السحابة. هناك العديد من الجوانب الأمنية الأخرى في السحابة التي ينبغي لمطوري التطبيقات السحابية وأخصائيي أمن تقنية المعلومات وأخصائيي إدارة المخاطر التعرُّف عليها وتطبيقها على الخدمات السحابية عموماً، للمساعدة في تقليص مستوى المشاكل الأمنية، ومن ثَمَّ تحقيق مستوى مقبول لأمن المعلومات على السحابة. نستعرض في هذا الجزء من الفصل أبرزَ هذه الجوانب الأمنية؛ كآلية تحديد مستوى الأمن

المطلوب، والإستراتيجيات الرئيسية لإدارة أمن خدمات السحابة، والضوابط الأمنية التي ينبغي التركيز عليها، وأخيراً نستعرض تأمين أبرز الأصول السحابية؛ كالبيانات، والشبكة، والتقنية الافتراضية، والمنصة.

١/٣/٨ آلية تحديد مستوى الأمن المطلوب:

يعتمد تحديد مستوى الأمن المطلوب للخدمات السحابية على عدة عوامل، أبرزها: أهمية القطاع المستهدف، وحساسية البيانات، ومستوى تحمُّل المخاطر، وتوقعات المستفيد، ومستوى نضج الخدمة السحابية، وتناقل البيانات.

- أهمية القطاع المستهدف: يحدد هذا العامل طبيعة التشريعات والتنظيمات واللوائح المعمول بها في القطاع؛ فعلى سبيل المثال، ينبغي أن يكون مستوى الأمن عالياً عند تصميم الخدمات السحابية للقطاعات الحكومية، أو قطاع الرعاية الصحية، أو قطاع البنوك. بينما من المرجح أن يكون مستوى الأمن متوسطاً عند بناء الخدمات السحابية لأغراض الألعاب على شبكة الإنترنت، أو لشبكات التواصل الاجتماعية.
- حساسية البيانات: يؤثر هذا العامل على طبيعة المتطلبات الأمنية لحماية البيانات. فعلى سبيل المثال، يجب تطبيق معايير وضوابط صارمة عندما تخصُّ البيانات مدفوعات بنكية، أو تعاملات حكومية، أو مطالبات قضائية أو طبية. وعادةً ما تفرض هذه الضوابط الأمنية تشفيراً للبيانات في أماكن تخزينها على قواعد البيانات، ومستوى عاليًا من الإجراءات الأمنية لضبط الوصول الإلكتروني عبر القنوات الشبكية، ولضبط الدخول والخروج إلى مركز البيانات حيث يتم التخزين الفعلي للبيانات. من ناحية أخرى، لا يتم تطبيق هذه الضوابط الأمنية على نحوٍ مماثل من الصرامة عندما يتعلق الأمر ببيانات شبكات التواصل الاجتماعي، والتي تأتي على هيئة نصوص وتغريدات وصور ومقاطع فيديو. يعود السبب في ذلك أن تلك البيانات هي في الأساس بيانات عامة، إذ إنه سبق لمستخدم شبكات التواصل الاجتماعي؛ كتويتر وفيسبوك وإنستقرام، أن قَبِلَ ووافق على شروط الخدمة التي تتضمن أن تصبح البيانات عامة وليست خاصة، وبالتالي لا يتم تشفير البيانات في أماكن تخزينها على قواعد البيانات.
- مستوى تحمُّل المخاطر: تنبع أهمية هذا العامل من كونه يتناسب عكسياً مع السمعة العامة للمنظمة وكذلك مع رضا المستفيد، إذ تعتقد بعض المنظمات أنَّ وقوع اختراق أمني-على سبيل المثال-يشكِّل أمراً مزعجاً للغاية إلى درجة أنه قد يسيء إلى علاقاتها

العامة مع الآخرين، وعلى رأسهم المستفيد من خدماتها المختَرَقة. تجنباً لمثل هذه التبِعات، تسعى بعض المنظمات إلى تطبيق ضوابط أمنية صارمة حتى لو لم يكن ذلك من ضمن متطلبات المستفيد. قد يكون هناك ارتباط وثيق بين مستوى تحمُّل المخاطر من جهة، وحجم المنظمة المستفيدة وحداثة أو قِدَم نشأتها من جهة أخرى. إذ تضع المنظمات الكبرى المستفيدة أولويةً لتطبيق الضوابط الأمنية على سرعة الوصول للعملاء؛ حفاظاً على سمعتها أمام عملائها خصوصاً، وأمام أصحاب المصلحة عموماً. من جانب آخر، يرتفع مستوى تحمُّل المخاطر لدى المنظمات حديثة النشأة والصغرى أيضاً؛ كون الوصول إلى العملاء بشكل سريع وبتكلفة أقل له أولوية على إنفاق مبالغ طائلة على الجوانب الأمنية.

- توقعات المستفيد: غالباً ما تقود نظرة المستفيد المستقبلي للسحابة تحديد مستوى وعمق المتطلبات الأمنية للخدمات السحابية. تتأثر هذه النظرة بعوامل عديدة، أبرزها: الخوف من تسرُّب البيانات، والتكلفة المادية، والمرونة والأدوات التي توفِّرها السحابة. يجب على مزود الخدمة التجهيز مبكراً للتعرف على توقعات المستفيد وفهمها جيداً، وعرض حلول سحابية متعددة تتلاءم وطبيعة حاجات المستفيد. على سبيل المثال، قد تخطط منظمة ما أن تكون تطبيقاتها وبياناتها بالكامل على سحابة عامة، حيث تتم مشاركة الموارد السحابية بين أكثر من مستفيد. يمكن أن تواجه هذه المنظمة عميلاً مهماً لخدماتها السحابية يرفض أن تكون بياناته على السحابة العامة. في هذه الحالة، يمكن للمنظمة تبنّي حلٍّ بديلٍ يتمثل في السحابة الهجينة تحقيقاً لرغبة عملائها، وبالتالي رفع المردود الاقتصادي بالإبقاء عليهم.
- مستوى نضج الخدمة السحابية: عند بناء خدمات سحابية جديدة، يبرز نوعان من المتطلبات: متطلبات أعمال، ومتطلبات جودة. تحقق متطلبات الأعمال أتمتةً للإجراءات، بينما تحقق متطلبات الجودة خصائص، مثل: الأمن، والإتاحة، والقابلية للتوسُّع والانكماش، وغيرها. يحتم الوضع المثالي لتطوير الخدمات السحابية ضرورة الموازنة بين هذين النوعين من المتطلبات للخروج بمنتج برمجي فعَّال، بينما فعلياً عادة ما يتم التركيز على تنفيذ متطلبات الأعمال في المراحل الأولى من التطوير، ثم يتم إضافة الخصائص الأخرى كالأمنية منها مع مرور الوقت وزيادة مستخدمي الخدمة. تتجلى هذه الآلية في النُّضج للخدمة السحابية في أغلب التطبيقات على الهواتف المتنقلة التي

تتتابع عمليات تحديثها بإصدارات متوالية مع مرور الوقت عند إضافة خصائص جديدة لها.

- تناقل البيانات: يؤثر هذا العامل على طبيعة المتطلبات الأمنية حسب المسار الشبكي المتوقع للبيانات. فالخدمة السحابية التي يتم استخدامُها ضمن نطاق شبكي ضيق (على سبيل المثال، داخل حدود المنظمة)، تتطلب مستوى أمنيًّا أقل بكثير من الخدمة السحابية التي تتطلب تناقل البيانات على نطاق جغرافي واسع (كتناقلها بين دول مختلفة). هناك حاجة لرفع مستوى الضوابط الأمنية للبيانات التي يتم تناقلها عبر حدود دولية، وينبغي الإشارة لهذا الأمر في اتفاقية مستوى الخدمة (SLA) بين المزود والمستفيد.

بعد أن يتم تحديد وتقييم العوامل التي تحدِّد مستوى الأمن المطلوب للخدمات السحابية، يسهل كخطوة لاحقة تحديدُ المتطلبات الأمنية لكل خدمة مستهدفة. يلي ذلك عملية تقييم الحلول الأمنية الممكنة لتحقيق كل متطلب من المتطلبات الأمنية. هناك خيارات عدة للمستفيد لتنفيذ الحلول الأمنية، إما بالتطوير الداخلي أو الاستفادة من الحلول الأمنية الجاهزة على السحابة على هيئة خدمات نموذج البرمجيات كخدمة (SaaS). وحيث إنَّ مجال أمن المعلومات هو مجال متغير ومتطور بشكل متسارع، وذلك بتغيُّر وتجدُّد التهديدات الأمنية في زمن قصير، الأمر الذي يصعب معه مجاراتها بتحديث الحلول الأمنية داخلياً؛ لذا توصي أفضل الممارسات بالاستفادة من الحلول الأمنية الجاهزة في السحابة لتحقيق المتطلبات الأمنية للمستفيد.

٢/٣/٨ الإستراتيجيات الرئيسية لإدارة أمن خدمات السحابة:

تحتم الطبيعة التوسُّعية لخدمات وموارد الحوسبة السحابية، تلبيةً للاحتياجات المتزايدة للمستفيدين وتطبيقاً لمتطلبات جودة الخدمات كرفع مستوى الإتاحة والأداء والاعتمادية، ضرورة وجود نهج واضح يمكِّن ويساعد في تحقيق أمن وحماية خوادم وتطبيقات وبيانات وتجهيزات السحابة، والتي غالباً ما تكون موزَّعة في مواقع جغرافية متعددة. تبرز ثلاث إستراتيجيات رئيسية ينبغي تطبيقها عند تصميم حلول أمنية لغرض إدارة أمن خدمات السحابة:

١- مركزية الحلول الأمنية:

تشير المركزية هنا إلى ضرورة توحيد الضوابط والعمليات والسياسات والخدمات الأمنية السحابية، وتجميعها في أقل عدد ممكن من المواقع الجغرافية حتى تسهل عملية تطبيقها وإدارتها وصيانتها. لذا ينبغي، على سبيل المثال، تصميم حلول أمنية موحدة ومصاحبة لاستخدام كل الخدمات السحابية، بحيث تسمح هذه الحلول بالتأكد من هوية المستخدم الذي يطلب الوصول إلى مورد سحابي كالبيانات والتطبيقات (تُسمَّى عملية التأكد هذه بالمصادقة)، وتسمح كذلك بتحديد صلاحيات استخدام المورد السحابي الممنوحة للمستخدم (تُسمَّى بالصلاحية). على العكس من هذا النهج، أن يتم تقديم حل أمني منفصل لكل خدمة سحابية على حدة؛ الأمر الذي يترتب عليه ازدواجية وتكرار تنفيذ المهام. تساعد مركزية الحلول الأمنية على تقليص التفاوت والاختلاف في الضوابط والإجراءات، وعلى الثبات في نهج تطبيق السياسات على جميع الخدمات السحابية الموزعة بغض النظر عن موقع إطلاقها الجغرافي. كما تساعد المركزية على تقليل الأعباء على أخصائيي الأمن السحابي؛ وذلك يعود إلى تقليص عمليات التدوين المصاحبة لتشغيل الخدمات السحابية، وبالتالي تصبح عملية تحليل وربط الأحداث الأمنية في حال وقوعها أسهل بكثير.

٢- استخدام معايير الحلول الأمنية:

يضمن تطبيقُ معايير موحدة للحلول الأمنية على الخدمات والتطبيقات والبيانات توحيدَ السياسات والإجراءات والضوابط الأمنية المطبقة وتقليص عددها؛ مما يساعد على تقليص الجهود المطلوبة لفهمها وتطبيقها وإدارتها وصيانتها. كما يُسهِّل تطبيق هذه المعايير إجراء عملية التكامل فيما بين الحلول الأمنية من جهة، ومع تطبيقات وخدمات الأعمال من جهة أخرى؛ الأمر الذي يفضي إلى تقليص إمكانية إحداث أي ثغرات أمنية قد ينجم عنها أي عُطل لعمل التطبيقات. في تقريره الصادر في أغسطس ٢٠١٦م، يشجع مجلس العملاء لمعايير السحابة (Cloud Standards Customer Council - CSCC) على تبنّي تطبيق المعايير؛ كونها تحقق الفوائد التالية:

- تشجِّع المعايير على العمل المشترك؛ مما يساعد على التخلص من مشكلة الارتباط الدائم بمزود خدمة وحيد، ومن ثَمَّ يستطيع المستفيد التنقل من مزود خدمة إلى آخر.

- تمهيد الطريق للحوسبة السحابية الهجينة من خلال إتاحة إمكانية تكامل التقنيات الأمنية الداخلية مع نظيرتها على السحابة، والمقدمة من مزود الخدمة.
- ضمان الامتثال لأفضل الممارسات سواء داخل المنظمة المستفيدة أو من قِبَل مزود الخدمة.
- تتيح المعايير أدوات فعَّالة يستطيع العملاء استخدامها للمقارنة بين عدة مزودي خدمات سحابية.
- تمهيد الطريق للتعرُّف على التزام المستفيد أو المزود، ولإجراء التدقيق المطلوب على العمليات.

يوجد العديد من المعايير الأمنية المخصصة للسحابة، مثل: ISO/IEC 27017، وISO/IEC 27018، وISO/IEC 19941، التي تطرح إرشادات عامة ومفصلة وتوصيات لكلٍّ من المستفيد ومزود الخدمات السحابية. إضافةً إلى ذلك هناك العديد من معايير أمن تقنية المعلومات العامة، مثل: ISO/IEC 38500، وشهادات X.509، والقابلة للتطبيق على بيئات الحوسبة السحابية، والتي ينبغي لعملاء السحابة معرفتها، والتأكيد على مزودي الخدمات السحابية ضرورة دعمها والالتزام بها. يعرض الجدول رقم (٨-٢) قائمة بأبرز المعايير الأمنية ذات العلاقة بالحوسبة السحابية.
ينبغي تطبيق المعايير في ثلاثة نطاقات عمل رئيسية. يبرز الأول منها عند تنفيذ الحلول الأمنية، مثل: التشفير، والصلاحيات، والمصادقة. ثانياً، ينبغي تنفيذ الخدمات الأمنية كخدمات مستقلة عن الخدمات الأخرى، وبالتالي يمكن مشاركتها عبر عدة تطبيقات أو أنظمة أو طبقات وسيطة أو غيرها. ثالثاً، ينبغي لمخرجات أمن البيانات، مثل سجلات التدوين والأخطاء والتحذيرات وتتبُّع وتصحيح الأخطاء، مراعاة استخدام أنماط موحَّدة لإسناد الأسماء وتنسيق هيئتها.

٣- أتمتة الإجراءات الأمنية:

تشير عملية أتمتة الإجراءات الأمنية إلى إسناد القيام بالمهام والإجراءات الأمنية إلى أدوات ووسائل برمجية ذاتية التشغيل بدلاً من القيام بها يدوياً. هناك خاصيتان من الخصائص الأساسية للحوسبة السحابية تشجع بشكل مباشر على أتمتة المهام بشكل عام في السحابة:

- الخاصية الأولى تشير إلى أن الحوسبة السحابية هي خدمة ذاتية وحسب الطلب، يستطيع المستفيد التزود بخدمات وقدرات الحوسبة عند الحاجة لها، وبشكل ذاتي دون أن يتطلب ذلك تدخُّلًا بشريًّا من مزود الخدمة.
- الخاصية الثانية تشير إلى أن الحوسبة السحابية ذات مرونة سريعة في تخصيص وتحرير تلك الموارد، حيث ينبغي أن تتيح إمكانية تخصيص وتحرير مواردها بمرونة عالية (في معظم الحالات يكون ذلك بشكل ذاتي، يقوم به المستفيد بنفسه دون تدخل المزود)؛ بغية التعجيل في تلبية طلبات المستفيدين حسب حاجاتهم. كما يجب أن تظهر موارد الحوسبة السحابية للمستفيد وكأنها متاحة بشكل مطلق وغير محدود، ويمكن تخصيصها له بأي كمية يريدها، وفي أي وقت يختاره.

طوَّرت شركة إيفيدنت دوت آي أو (Evident.io) منهجية أتمتة حديثة لأعمال ومهام الأمن والالتزام السحابي، تمَّ تصميمها على منصة تُسمَّى منصة الأمن البيّنة (Evident Security Platform – ESP) ويتم استخدامها من قِبل خدمات أمازون السحابية (AWS). تساعد هذه المنصة المنظمات المستفيدة على إدارة مخاطر الأمن والالتزام من خلال شاشة واحدة تقوم بعرض جميع الحسابات والخدمات السحابية الموزعة على كل المناطق الجغرافية.

جدول رقم (٨-٢): أبرز المعايير الأمنية ذات العلاقة بالحوسبة السحابية

رقم	المعايير	الوصف
١	**ISO/IEC 38500**	عبارة عن إطار لحوكمة تقنية المعلومات داخل المنظمة، ويتيح مجموعة من المبادئ الاسترشادية للإدارة العليا في المنظمة؛ للتعرف على الاستخدام المقبول والفعال في المنظمة. هذه المعايير ليست مخصصة للحوسبة السحابية ولكن يمكن تطبيقها فيها.
٢	**COBIT**	عبارة عن إطار عام لحوكمة وإدارة تقنية المعلومات.

رقم	المعايير	الوصف
٣	**ITIL**	عبارة عن مجموعة من الممارسات لإدارة خدمات تقنية المعلومات، والتي يمكن تطبيقها لإدارة الخدمات السحابية.
٤	**ISO/IEC 20000**	عبارة عن سلسلة من المعايير الراسخة والمعروفة دولياً لإدارة خدمات تقنية المعلومات. على الرغم من أنها غير موجهة خصيصاً للحوسبة السحابية، إلا أنه يتم تطوير إصدارات خاصة منها، مثل: ISO/IEC 20000-7، وISO/IEC 20000-11 للإشارة إلى تطبيقها على الحوسبة السحابية، ولوصف العلاقة بينها وبين الإطارات الأخرى، مثل ITIL.
٥	**SSAE 16**	عبارة عن معايير للتدقيق التي تنطبق على المنظمات التي تقدم الخدمات، مثل مزودي الخدمات السحابية. وتأتي هذه المعايير على ثلاثة أشكال: • SOC1: تركز على ضوابط إعداد التقارير المالية. • SOC2: تركز على مبادئ الخدمات الموثوقة لتقييم فعالية الضوابط الأمنية التشغيلية والتقنية. • SOC3: مشابهة لـ SOC2، لكنها تحدِّد من دون تفاصيل التزام المنظمة بمبادئ الخدمات الموثوقة من عدمه (نعم أو لا).
٦	**NIST- CSF**	عبارة عن إطار حوكمة معياري للحوسبة السحابية في القطاع الخاص.
٧	**CSA- CCM**	عبارة عن مصفوفة للضوابط السحابية تساعد المستفيد في عمل تقييم شامل للمخاطر الأمنية المرتبطة بمزودي الحوسبة السحابية.
٨	**PCI-DSS**	عبارة عن معايير أمنية تضمن أن كلَّ الشركات التي تقبل التعامل مع بطاقات الائتمان تلتزم ببيئة أمنية منضبطة.

رقم	المعايير	الوصف
٩	**HIPAA**	عبارة عن تشريعات تنطبق على مقدمي الرعاية الصحية الأمريكية، وتتطلب المحافظة على سرية وأمن المعلومات الصحية المحمية.
١٠	**FIPS Publication 200**	عبارة عن وثيقة تحدِّد الحد الأدنى من المعايير والمتطلبات الأمنية الخاصة بالمعلومات وأنظمة المعلومات. تنطبق هذه المعايير على الأنظمة السحابية، وكذلك الأنظمة الداخلية في المنظمات. يتم تطبيق هذه المعايير على كل الأنظمة الفيدرالية الأمريكية.
١١	**EU-US Privacy Shield**	عبارة عن إطار لحماية الخصوصية، حيث يفرض حماية البيانات الشخصية للمواطنين الأوروبيين، والتي يتم تبادلها لأغراض تجارية بين دول الاتحاد الأوروبي والولايات المتحدة الأمريكية.
١٢	**ISO/IEC 27000-series**	عبارة عن سلسلة معايير ذات العلاقة بأنظمة تقنيات الاتصالات والمعلومات. المعايير الأساسية في هذه السلسلة هي: ISO/IEC 27001، وISO/IEC 27002، حيث تحتوي معايير ISO/IEC 27001 على المتطلبات المتعلقة بأنظمة إدارة أمن المعلومات، في حين تصف معايير ISO/IEC 27002 سلسلة من الضوابط التي تشير إلى جوانب محددة من أنظمة إدارة أمن المعلومات. كما تتضمن هذه السلسلة معايير ISO/IEC 27017 وISO/IEC 27018، حيث تمثل الأولى قواعد لممارسات ضوابط أمن المعلومات بناءً على معايير ISO/IEC 27002 للخدمات السحابية، بينما تمثل الثانية قواعد لممارسات حماية المعلومات المحددة للهوية في السحابة العامة.
١٣	**ISO/IEC 19941**	عبارة عن معايير تحدِّد قابلية العمل المشترك للحوسبة السحابية وأنواع القابلية للنقل والعلاقة بينهما، والمصطلحات والمفاهيم الشائعة والمشتركة بينهما وذات العلاقة بخدمات السحابة.
١٤	**شهادة X.509**	عبارة عن شهادة رقمية تستخدم معايير بنية المفاتيح العامة (PKI) المقبولة دولياً بشكل واسع؛ للتحقق من أن المفتاح العام يعود إما لهوية مستخدم أو لجهاز حاسب أو لخدمة، ويتم تضمين الهوية في الشهادة.

تتكون منهجية الأتمتة هذه من ست خطوات مؤتمتة، ويتم تشغيلها بشكل ذاتي دون وجود حاجة لأي تدخل بشري. والخطوات هي: (١) مراقبة الحسابات والخدمات السحابية وكذلك إعدادات البنية التحتية السحابية لضمان التزام جميعها بالضوابط الأمنية وأفضل الممارسات، و(٢) تقييم أداء الخدمات والموارد السحابية حسب الضوابط والممارسات المتبعة، بشكل دوري، والإبلاغ عن نتائج التقييم التي قد تتضمن إبرازاً للتهديدات الواقعة والمحتملة، و(٣) القيام بتحليل مفصَّل للمعلومات المجمَّعة، ثم تحديد التهديدات والأخطاء والتحذيرات وتصنيفها إلى عالٍ ومتوسط ومنخفض، و(٤) المعالجة التلقائية، حيث تقوم لوحة إلكترونية بعرض نتائج التقييمات والتحليلات الذاتية وإمكانية إرسال النتائج إلى نظام آلي متكامل للقيام بمعالجة الأخطاء، و(٥) استخراج تقارير بشكل تلقائي تتضمن تفاصيل عن المخاطر وتأثيرها على كلٍّ من المستخدمين والموارد السحابية، و(٦) إجراء التصحيح، حيث يُتاح لفريق أمن المعلومات استخدام آلية بسيطة لتصحيح الأخطاء وإرجاع الموارد السحابية المتأثرة إلى الوضع الآمن. بشكل عام، تسهم عملية أتمتة الإجراءات الأمنية في تقليص الوقت والجهد اللازمين للقيام بالأعمال المتكررة، كما تُخفِّض التكاليف المرتبطة بالتعاقد مع المهنيين المتخصصين، وهم قِلَّة، لتتبُّع التهديدات والمشاكل الأمنية، وأخيراً تسهِّل القيام بربط وتكامل الأنظمة مع بعضها البعض.

إضافةً إلى الإستراتيجيات الثلاث المُشار إليها أعلاه، ينبغي الإشارة إلى ثلاثة مفاهيم أساسية ينبغي أخذها في الاعتبار، كأبعاد تنفيذية، عند إعداد ومراجعة وتطوير أي إستراتيجية أمنية لإدارة أمن خدمات السحابة. هذه المفاهيم هي: الوقاية، والاكتشاف، والعلاج. تشير الوقاية إلى تطبيق كل الضوابط والسياسات والإجراءات الأمنية لحماية الموارد السحابية من أي اختراق أمني محتمل للخدمات السحابية، بينما يشير الاكتشاف إلى عملية التنقيب والاستكشاف في سجلات التدوين المصاحبة لعمليات الخدمات السحابية وفي الأحداث والوقائع الأمنية السابقة، ثم القيام بعمل استباقي لإيجاد أي نقاط ضعف أو أي قابلية لتهديدات محتملة على الخدمات السحابية. أما العلاج فيهدف إلى تصحيح أي أخطاء أو نقاط ضعف بعد أن يتم اكتشافها تفادياً لأي أضرار محتملة قد تقع مستقبلاً.

٣/٣/٨ الضوابط الأمنية التي ينبغي التركيز عليها:

تُعرَف الضوابط الأمنية بأنها مجموعة من الضمانات أو التدابير التي يتمُّ توظيفها؛ بغرض تفادي أو اكتشاف أو مواجهة أو تقليص المخاطر الأمنية التي قد تهدِّد الموارد المادية؛

كالخوادم ووسائط التخزين، أو البيانات، أو التطبيقات والأنظمة، أو أي أصول أخرى. يوضح الجدول رقم (٨-١) قائمة بالضوابط الأمنية السحابية. على الرغم من أهمية تطبيق جميع الضوابط الأمنية في السحابة، إلا أن تحديد أولوية لتطبيقها أو لبعضها أو لمواضيع متفرعة منها يظلُّ أمراً غاية في الأهمية؛ وذلك مراعاةً لطبيعة احتياجات الأعمال المستهدفة للمستفيد، وللتكاليف المادية المرتبطة بتطبيق الضوابط، وحسب حساسية الموارد السحابية المستهدفة من عدمها (كالبيانات والتطبيقات). ومع ذلك هناك عددٌ من تلك الضوابط الأمنية التي ينبغي التركيز عليها؛ نظراً لاشتراك معظم الخدمات والتطبيقات السحابية في الحاجة إلى تطبيقها، ولتوافقها مع أغلب التقارير التي تصدر دورياً عن منظمة تحالف أمن السحابة (Cloud Security Alliance – CSA). نستعرض فيما يلي أكثر الضوابط الأمنية أهميةً في الحوسبة السحابية:

- تنفيذ السياسات:
  السياسات هي القواعد والأحكام التي يتم توظيفها لإدارة أمن الخدمات السحابية. ينبغي أن يتم تطبيق هذه السياسات في الطبقات المكونة للحوسبة السحابية؛ كطبقة المستفيد، وطبقة التطبيقات، وطبقة الشبكة، وطبقة البنية التحتية، وبالتالي تبرز عدة مستويات مختلفة منها تبعاً لموقع تركيزها، فنجد أن لدينا سياسة لأمن المعلومات، وسياسة للأمن المادي، وسياسة لاستمرارية الأعمال، وسياسة لأمن البنية التحتية، وسياسة لأمن التطبيقات. تشير الممارسات الجيدة إلى ضرورة فصل السياسات عند تطبيقها وتنفيذها عن الخدمات السحابية التي تستخدمها دعماً لاستقلالية كل منهما وتسهيلاً لأي تحديثات مستقبلية قد تطرأ على أي منهما، إذ ينبغي ألا يرتبط إجراء تغيير في السياسات بإجراء مماثل في التطبيقات، والعكس صحيح. على سبيل المثال، في طبقة المستفيد يتم تخزين سياسات النفاذ والوصول في مخزن بيانات مركزي كالدليل النشط، حيث يتم تخزين معلومات عن المستفيدين وحساباتهم. باستخدام البروتوكول المناسب مثل بروتوكول النفاذ إلى الدليل الخفيف (LDAP)، تستطيع التطبيقات والخدمات السحابية، كتطبيق البريد الإلكتروني، التواصل مع الدليل النشط للبحث عن معلومات الاتصال الخاصة بالمستفيدين، والتأكد من الهوية قبل منح صلاحية النفاذ للطلب الوارد. بشكل عام، يُنصَح بعد تحديد السياسات المطلوبة بضرورة تطبيق المركزية في إدارة السياسات، سواء في تخزينها أو صيانتها. كما يُنصَح بتوحيد إجراءات

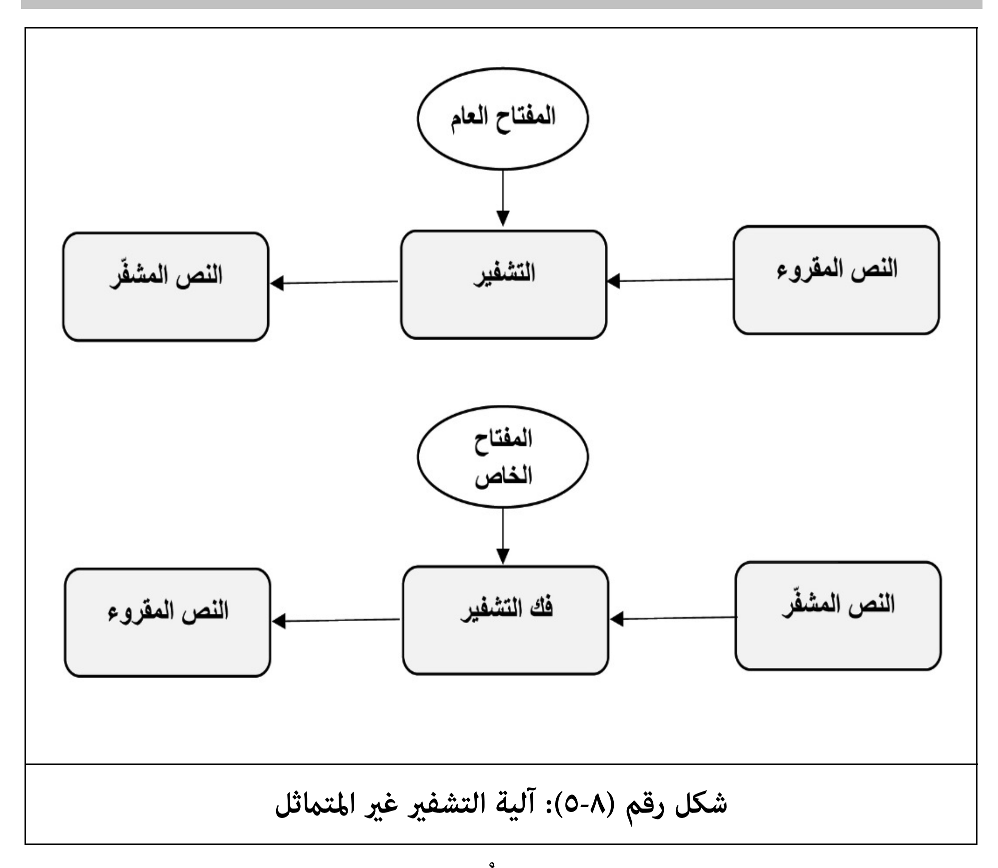
الوصول للسياسات، من خلال توظيف واستخدام بروتوكولات وواجهات برمجية موحدة.

- التشفير:

التشفير هو عملية تحويل البيانات من شكلها الأصلي (النص العادي) إلى شكل غير مقروء (الشكل المشفّر). أما عملية فك التشفير فهي عملية تحويل النص المشفّر إلى نص عادي مقروء. يمكن تطبيق التشفير على خمسة مستويات مختلفة، هي: تشفير على مستوى البيانات، وتشفير على مستوى التطبيقات، وتشفير على مستوى الخادم المُستضِيف، وتشفير على مستوى الشبكة، وتشفير على مستوى وسيط التخزين.

ينقسم تشفير البيانات إلى قسمين: التشفير المتماثل، حيث يتم استخدام نفس المفتاح السري للقيام بالتشفير وفك التشفير، وبالتالي يتم مشاركة المفتاح السري بين المُرسِل والمُرسَل إليه. يناسب التشفير المتماثل البيانات الساكنة (المخزنة في قواعد بيانات)؛ وذلك لأنه لا يتم الوصول لها إلا من خلال أشخاص معرّفين في النظام، ومن مواقع معروفة. أما القسم الثاني فهو التشفير غير المتماثل، حيث يتم استخدام مفتاحين اثنين: الأول للتشفير، ويُسمّى المفتاح العام لإمكانية مشاركته، والثاني لفك التشفير، ويُسمّى المفتاح الخاص لاقتصار استخدامه على المستفيد المُرسَل إليه. يناسب التشفير غير المتماثل الحالات التي تكون فيها عملية تناقل البيانات عملية غير آمنة ويُخشَى من تسرُّب المفتاح المشترك، ومن ثَمَّ إمكانية فك التشفير لأشخاص غير مصرَّح لهم ذلك. يوضح الشكل رقم (٨-٥) آلية التشفير غير المتماثل.

يتطلب التشفير على مستوى التطبيقات القيام بتشفير البيانات من داخل التطبيق، وبالتالي يتم حماية البيانات الخارجة من التطبيق وتأمينها قبل تدفقها إلى المستويات الدنيا، ومن ثَمَّ تبقى مشفرةً أثناء مرورها بنظام التشغيل والقنوات الشبكية حتى وصولها لمكانها المستهدف، حيث يتم بعد ذلك فك تشفيرها. لذلك، لا يمكن لنظام التشغيل أو أي تطبيق آخر القيام بفك التشفير ما لم يكن يملك مفتاح فك التشفير. على الرغم من جودة مستوى الحماية لهذا النوع من التشفير إلا أن هناك تحديين ينبغي أخذهما بعين الاعتبار. يتعلق التحدي الأول بإدارة المفاتيح من حيث مكان تخزينها (في الذاكرة الثانوية، أو في ملف مستقل، أو في خادم مستقل مخصص للمفاتيح) وصيانتها، بينما يتعلق الثاني بأداء التطبيق المُشفّر، حيث إنَّ مهمَّة التشفير وفك التشفير تضيف عبئاً إضافياً على المهام الأساسية التي يقوم بها التطبيق.



شكل رقم (٨-٥): آلية التشفير غير المتماثل

وفي التشفير على مستوى الخادم المُستضِيف يتم القيام بالتشفير على مستوى ملفات البيانات لكل التطبيقات التي تعمل على الخادم المُستضِيف. يناسب هذا النوع من التشفير ملفات البيانات النشطة والمستهدفة من قِبَل كل التطبيقات على المُستضِيف، إلا أنه في حال نقل تطبيق ما من مُستضِيف إلى مُستضِيف آخر، ينبغي التنبه إلى أن التطبيق المنقول قد يفقد صلاحية التعامل مع الملفات المشفرة. كما ينبغي إدارة مفاتيح التشفير بفعالية، واتخاذ القرار المناسب فيما يخص موقع تخزينها؛ إما على الذاكرة الثانوية أو على خادم مفاتيح مستقل.

ويتم القيام بالتشفير على مستوى الشبكة عند نقل البيانات بعد مغادرة البيانات مكان نشأتها (التطبيق) حتى قبل بلوغها مكان الوصول النهائي، باستخدام جهاز مادي مخصص لهذا الغرض يقوم بتشفير كل البيانات التي تمر من خلاله بشكل آني. يتميز

هذا النوع من التشفير بسهولة تطبيقه وعدم الحاجة إلى إجراء أي تغييرات على مستوى البيانات، كما أن إدارة المفاتيح تتم من قِبل الجهاز المادي. يبقى التحدي هنا في عدم قابلية هذا الجهاز المادي للتكيف مع زيادة أحجام البيانات القادمة إليه، وبالتالي إمكانية حدوث انخفاض في مستوى الأداء.

يهدف التشفير على مستوى وسيط التخزين إلى حماية البيانات أثناء تواجدها في الوسيط، ويتميز باستقلاليته عن نظام التشغيل وعن التطبيقات وعن الشبكة وعن الخادم المُستضيف للتطبيقات، كما يتميز بسهولة تطبيقه عملياً باستخدام جهاز مادي مخصص لهذا الغرض، ولا يتطلب تطبيقه إجراء أي تغييرات على مستوى البيانات. ينبغي الانتباه إلى أن البيانات الخارجة من الوسيط والقادمة إليه تكون بشكل غير مشفر.

- إدارة المفاتيح:

إنَّ الهدف الأساسي من استخدام المفاتيح هو حماية البيانات المشفرة من الوصول غير المشروع، من خلال منع فك تشفيرها إلا باستخدام المفاتيح. تمثل إدارة مفاتيح التشفير جزءًا مهماً لضمان تأمين البيانات المشفرة. وتتكون دورة حياة إدارة المفاتيح من ثماني مراحل، هي: مرحلة الإنشاء (وفيها يتم توليد المفتاح في بيئة آمنة، ويُفضَّل وضع شروط لضمان متانة المفتاح المولّد، كما يُفضّل تشفير المفاتيح نفسها باستخدام ما يُسمَّى بالمفتاح الرئيسي)، ومرحلة النسخ الاحتياطي للمفاتيح (حيث يتم اللجوء إليها في حال فَقْد المفاتيح الأصلية)، ومرحلة الإطلاق (وفيها يتم البدء في استخدام المفتاح الجديد لتشفير البيانات)، ومرحلة المراقبة (وفيها يتم مراقبة أداء بيئة التشفير، من مفاتيح وبيانات مشفرة؛ لضمان أنَّ توليد المفاتيح وعملية التشفير يتمان بشكل صحيح)، ومرحلة التدوير (وفيها يتم توليد مفاتيح جديدة، ويتم إعادة تشفير كل البيانات باستخدام المفاتيح الجديدة)، ومرحلة انتهاء صلاحية المفاتيح (حيث تبدأ بعد اكتمال مرحلة تدوير المفاتيح؛ لذا يُنصَح بالبدء بمرحلة التدوير قبل انتهاء صلاحية المفاتيح الحالية)، ومرحلة الأرشفة (وفيها يتم أرشفة المفاتيح القديمة لفترة من الزمن تحسباً لوجود بعض البيانات المُشفَّرة بالمفاتيح القديمة)، وأخيراً مرحلة التخلص من البيانات (وفيها يتم التخلص من المفاتيح منتهية الصلاحية بعد التأكُّد من عدم وجود بيانات مشفرة تستخدِم المفاتيح منتهية الصلاحية).

هناك بعض الممارسات الجيدة والتي ينبغي تطبيقها عند إدارة المفاتيح:

- ضرورة وجود إستراتيجية واضحة تحدِّد إجراءات القيام بمهام إدارة المفاتيح، وتعزِّز تطبيقها.
- ضرورة تخزين المفاتيح في مخزن مركزي، بحيث يكون مختلفاً ومنفصلاً عن مخزن البيانات المشفرة.
- ضرورة تشفير المفاتيح وعدم تخزينها كنص عادي.
- عدم الإشارة إلى المفاتيح داخل شفرات التطبيقات السحابية.
- ضرورة تطبيق مبدأ تدوير المفاتيح، سواء بعد فترة زمنية محددة (كل ٩٠ يومًا)، أو بعد الوصول لعدد معين من العمليات (١٠٠٠ عملية)، أو بعد ترك موظف يملك صلاحية الوصول إلى المفاتيح للعمل في المنظمة المستفيدة.
- السعي إلى أتمتة تدوير المفاتيح.

- تدوين السجلات:

التدوين هو عملية توثيق آلية لجميع الأحداث التي تجريها الخدمة السحابية أثناء تشغيلها، سواءً كانت هذه الأحداث متعلقة بالبيانات أو التجهيزات المادية أو الافتراضية أو الشبكات أو البرامج المشغِّلة للخدمة. تقتضي عملية التدوين كتابة معلومات مفصَّلة عن الأحداث وتخزينها في وسيط تخزيني مركزي يسهل الوصول إليه عند فَقْد الاتصال بموارد السحابة لأي سبب من الأسباب. يتم استخدام المعلومات المدونة بعد تحليلها ومعالجتها في تتبُّع الأخطاء والإبلاغ عنها حال وقوعها، وإرسال رسائل التحذير ورسائل التوعية وإشعارات التنبيه. يُعتبَر التدوين أداةً مهمة تساعد على القيام بإدارة أنظمة وتطبيقات الحاسب بكفاءة وفعالية. وتتأكد أهميته عند إدارة أنظمة تقنية موزعة ومتعددة الطبقات كالسحابة؛ كونها أكثر تعقيداً وأكثر مهامَّ. لذا فإنَّ تبنّي إستراتيجية للتدوين تحدِّد طبيعة استخدامات المعلومات المدونة وتحدد متطلباتها، يُعدُّ أمراً في غاية الأهمية للحصول على حلول تقنية أكثر أماناً وقابليةً لممارسة العملية الإدارية عليها. تحتوي ملفات التدوين على معلومات مفيدة عن سلوك نشاط قواعد البيانات، ومعلومات عن وصول المستفيد إلى الخدمة السحابية، ومعلومات تساعد على تتبُّع الأخطاء ومعالجتها حال وقوعها، والعديد من المعلومات الأخرى. هناك أربعة استخدامات رئيسية للتدوين تتمثل في استكشاف الأخطاء

ومعالجتها، وتحقيق الأمن، والمراقبة، والتدقيق. تُظهِر أفضلُ الممارسات في مجال التدوين ضرورةَ إدراج سجلات التدوين في منطقة تخزين مركزية ومنفصلة، من أجل تسهيل القيام بعمليات التدقيق وتنقيب واستكشاف البيانات وتحليلها؛ كون المعلومات موجودة في مكان واحد، وضرورة توحيد شكل وبنية ملفات التدوين، وأسلوب تسميتها، ورموز الأخطاء المستخدمة للرسائل؛ مما يساعد على تحسين عمليات البحث في ملفات التدوين وإعطاء مخرجات متناسقة، كما يشجع على تصميم برامج آلية تعالج ملفات التدوين.

- المراقبة:

تهدف عملية المراقبة إلى تتبُّع واكتشاف الأخطاء قبل وبعد وقوعها، ومتابعة نسب وكميات وسلوك استخدام الموارد السحابية، وذلك من خلال متابعة مؤشرات الأداء وتحديد الخارج عن المألوف منها، عبر الاطلاع على مقاييس أداء مخصصة لهذا الشأن؛ كنسب تشغيل المعالجات، واستغلال وسائط التخزين، وحجم حركة المرور على الشبكة، وعدد مرات النفاذ إلى مورد سحابي معين. هناك العديد من الخدمات السحابية التي تتيح القيام بجميع مهام المراقبة داخل نظام ما، مثل: خدمة Amazon CloudWatch، وخدمة Hyperic. تشمل مهام المراقبة القيام بجَمْع وتحليل البيانات والتي تمثل مؤشراتٍ متنوعةً عن الموارد السحابية، وإمكانية إنشاء مؤشرات أداء جديدة لمراقبة موارد السحابة حسب حاجة المستخدم، وإتاحة تعريف أدوار يتم البدء في تنفيذها بناءً على البيانات المستخلَصة من عملية المراقبة، وإتاحة إحصائيات متنوعة عن الموارد السحابية مستخلصةً من عملية المراقبة. تتأكد أهمية المراقبة عند الحديث عن الجانب الأمني للخدمات السحابية، حيث تشير أفضل الممارسات إلى ضرورة تتبُّع أي نشاط قائم على الموارد السحابية، ومن ثَمَّ إيجاد أي مخاطر قد تكون مصاحبة له، ويتم ذلك بإجراء التتبُّع آنياً أو من خلال الاستكشاف والتنقيب في ملفات التدوين في فترات زمنية متقطعة.

- التدقيق:

التدقيق هو عملية مراجعة العمليات والضوابط الأمنية للتأكد من أن الأنظمة والخدمات السحابية تلتزم بالضوابط واللوائح والقواعد التنظيمية المطلوبة، وتحقُّق جميع المتطلبات الأمنية والبنود الواردة في اتفاقية مستوى الخدمة (SLA). تتطلب عملية التدقيق أن يتم تدوين كل عمليات القراءة والكتابة من وعلى الوسائط

التخزينية، وكذلك عمليات الوصول إلى الخدمات السحابية. وتشمل سجلات التدوين اسم وحساب المُستخدِم ذي العلاقة، ونوع العملية (قراءة أو كتابة)، والوقت والتاريخ، والأعمال المنفذة، والبيانات والسجلات التي تمَّ الوصول إليها. وتقوم عملية التدقيق بمراجعة سجلات التدوين والبحث فيها عن أي شُبهَات أو اختراقات أمنية بغرض اتخاذ الإجراءات المناسبة حيالها، سواءً إيقاف الاختراق، أو التوصية بإجراء التغييرات المناسبة على البيانات، أو معالجة البيانات المتأثرة. تزداد أهمية التدقيق كضابط أمني رئيسي ومساند للضوابط الأخرى في بيئة الحوسبة السحابية؛ كون الموارد كلها أو بعضها مستأجرة من خارج نطاق الجهة المستفيدة، ولانخفاض التحكم المباشر في البنية التحتية والمنصات التي يديرها مزود الخدمة السحابية. وللقيام بعملية التدقيق، لا بُدَّ من تصميم إستراتيجية لها، يتمُّ فيها تحديد الضوابط والقواعد التنظيمية أولاً، ثم تحديد النطاقات التي يتم تطبيق تلك الضوابط التنظيمية عليها. ولتحديد الضوابط التنظيمية، يتم الاستئناس والاستفادة من العديد من المعايير والضوابط الشائعة دولياً، مثل تلك الواردة في جدول رقم (٨-٢). أما ما يخصُّ النطاقات التي يتم تطبيق تلك الضوابط التنظيمية عليها، فينبغي أن يتأكد المدققون من مدى الالتزام بالضوابط في النطاقات التالية:

- البيئة المادية التي تشمل مراكز البيانات وتجهيزاتها.
- بيئة التطبيقات والأنظمة التي تشمل أنظمة التشغيل وتطبيقات الأعمال والبيانات والشبكة وأنظمة إدارة قواعد البيانات.
- دورة حياة تطوير البرمجيات التي تشمل تحديد المتطلبات والتحليل والتصميم والتنفيذ وإجراء الاختبارات والإطلاق والصيانة.
- بيئة الأفراد، ويشمل ذلك التأكد من كفاءتهم العقلية والمعرفية والأمنية.

يُتوقَّع أن تسهم مخرجات عمليات التدقيق في رفع كفاءة الالتزام بالسياسات والضوابط الأمنية المعتمدة، كما تسهم في حفظ حقوق المستخدمين من خلال التأكد من منحهم الصلاحيات الكافية للوصول إلى البيانات والخدمات السحابية بناءً على الأدوار المنوطة بهم. إضافةً إلى ذلك، تقدِّم عملية التدقيق دوراً مسانداً مهماً للأنشطة الأمنية الأخرى؛ كتنفيذ وتحديث السياسات والإجراءات الأمنية، والتشفير، والمراقبة، والتدوين.

- إدارة واجهات التطبيقات البرمجية:

واجهة التطبيقات البرمجية (API) هي واجهة اتصال برمجية وسيطة تسمح بالتواصل بين المستخدم والتطبيق، أو حتى بين تطبيقين مستقلين عن بعضهما البعض. على سبيل المثال، عند استخدام تطبيق إلكتروني على جهاز متنقل، فإنَّ التطبيق يتصل بشبكة الإنترنت ويرسل بيانات إلى الخادم الموجود في مكان بعيد. يقوم الخادم باستقبال البيانات ويعالجها حسب طلب المستخدم، ثم يقوم بإعادة إرسالها إلى التطبيق الموجود على الجهاز المتنقل. يقوم التطبيق باستقبال النتائج المُرسلَة من الخادم وعرضها بشكل مقروء ومنسَّق على المستخدم. تستخدم واجهة التطبيقات البرمجية مجموعة بروتوكولات، مثل بروتوكولات HTTP وHTTPS في تطبيقات الإنترنت، تمكنها من إجراء التواصل مع العالم الخارجي للتطبيق. أما إدارة واجهة التطبيقات البرمجية فهي عبارة عن عملية إنشاء ونَشْر وتوثيق ومتابعة أداء واجهة التطبيقات البرمجية، والتأكد من أنها تعمل في بيئة آمنة ومرنة. وللقيام بهذه المهام الإدارية، يمكن تطوير برمجيات لها إما داخلياً، أو الاستفادة من الأدوات أو البرمجيات الجاهزة في السوق على هيئة خدمات برمجيات كخدمة (SaaS)، مثل: Apigee، وMashery، وLayer7، والتي تقوم بالمهام التالية:

- الأتمتة والتحكم في الاتصال بين واجهة التطبيقات البرمجية والتطبيقات التي تستخدمها.
- ضمان الثبات والتطابق عند تنفيذ واجهات تطبيقات برمجية متعددة، وبإصدارات مختلفة.
- مراقبة حركة البيانات من التطبيقات وإليها.
- إدارة الجزء المخصص للتطبيقات من الذاكرة الثانوية.
- حماية وتأمين واجهة التطبيقات البرمجية من سوء الاستخدام، من خلال ضمان تنفيذ الإجراءات والسياسات الأمنية المطلوبة.

عند بناء واجهات تطبيقات برمجية، يُنصَح أن تتوافق الواجهة وتدعم بروتوكولات المصادقة الموثوقة، مثل OAuth أو OpenID، التي تسمح بمشاركة الموارد الخاصة كالحسابات بين مواقع إلكترونية أو تطبيقات متعددة دون التفريط أو البوح بالبيانات الخاصة. وفي حال عدم استخدام هذه البروتوكولات يُفضَّل استخدام تقنية المصادقة

الآمنة (SSL) التي توفر قناة اتصال آمنة بين الخادم والعميل. كما يُنصَح بتجنُّب استخدام كلمات المرور والاستعاضة عنها بمفاتيح الواجهات (API keys)؛ كونها أكثر أماناً وأكثر تعقيداً من أن تتسرب، لطول رموزها التي تصل إلى ٢٥٦، بينما لا تزيد كلمة المرور في الغالب عن ٨ رموز. وأخيراً، يُفضَّل توظيف تقنيات الواجهات (RESTful) و(JSON) عند تطوير الخدمات السحابية بدلاً من التقنيات التقليدية، مثل (SOAP)؛ كونها أقل استهلاكاً للنطاق العريض على الإنترنت، وأقل حجماً للرسائل المنقولة بين الخادم والعميل، وأكثر أماناً لاقتصار المحتوى المنقول على الخصائص الأساسية فقط، وإمكانية تشفيرها مما يقلل من احتمالية اختراق المحتوى.

- المصادقة:

المصادقة هي عملية التأكد من هوية المستخدم الذي يطلب الوصول إلى مورد سحابي محمي كالبيانات والتطبيقات. تستلزم عملية المصادقة التأكد من تحقُّق شرط واحد على الأقل لتحديد هوية المستخدم. قد يكون هذا الشرط شيئاً لا يعرفه إلا المستخدم (مثل كلمة المرور)، أو شيئاً يملكه المستخدم (مثل البطاقة الذكية أو جهاز التحقق)، أو شيئاً يستطيع تحديد هوية المستخدم بشكل متفرد (كبصمات الأصابع). ويتم استخدام أكثر من شرط واحد عند تفعيل ما يُسمَّى بالمصادقة المتعددة. هناك العديد من المنهجيات المستخدمة لتطبيق عملية المصادقة، مثل:

- المصادقة المبنية على المعرفة:

  وهي منهجية مصادقة يُطلَب فيها من المستخدم الإجابة عن سؤال سرّي واحد على الأقل، وغالباً ما يتم استخدام هذه المنهجية كجزء من منهجية المصادقة المتعددة، ولغرض استرجاع كلمة مرور مفقودة للمستخدم، وبشكل ذاتي.

- المصادقة الثنائية:

  وهي المصادقة التي يُشترَط فيها تحقُّق شرطين اثنين؛ كإدخال اسم مستخدم وكلمة مرور صحيحين، وكذلك كلمة مرور لمرة واحدة (OTP) قبل منح النفاذ إلى البيانات.

- المصادقة المتعددة:

وهي المصادقة التي يُشترَط فيها تحقُّق أكثر من شرطين اثنين قبل منح النفاذ إلى البيانات.

- المصادقة المُتكيفة:

وهي المصادقة التي يتم فيها توظيف منهجية المصادقة المتعددة، بحيث يتم اختيار آلية المصادقة المناسبة بناءً على ملف مخاطر المستخدم وتوجهاته.

- المصادقة المنفردة:

وهي المصادقة التي يتم فيها استخدام آلية واحدة للتحقق من هوية المستخدم.

يمكن لكل منهجية من هذه المنهجيات توظيف آلية واحدة أو أكثر (أو تطبيق شرط واحد أو أكثر) قبل منح المستخدم صلاحية النفاذ إلى المورد السحابي. نستعرض فيما يلي ثلاث آليات للمصادقة شائعة الاستخدام، وهي: النفاذ الموحَّد (SSO)، والرمز الأمني (SAML-Token)، وكلمة المرور لمرة واحدة (OTP).

- النفاذ الموحد (SSO):

يمكِّن النفاذ الموحد المستخدم من الوصول إلى عدة أنظمة أو خدمات أو تطبيقات بعد تسجيل الدخول لمرة واحدة فقط، دون الحاجة إلى القيام بتسجيل الدخول في كل نظام أو خدمة أو تطبيق كلٍّ على حدة. من فوائد النفاذ الموحد أنه يقلل من الأخطاء البشرية، ومن الوقت اللازم للمصادقة في عدة أنظمة وتطبيقات مختلفة عن بعضها ولكنها تستخدم الهوية نفسها.

- الرمز الأمني (SAML-Token):

تُمكِّن تقنية الرمز الأمني من تبادل المعلومات الأمنية (بيانات المصادقة والصلاحيات) بين مزود الهوية ومزود الخدمة السحابية. عندما يحاول

مستخدم الوصول إلى خدمة سحابية، يتم إعادة توجيه طلبه إلى مزود الهوية (مستقل عن مزود الخدمة السحابية) الذي بدوره يتحقق من الهوية ويصادق عليها، ويتم إرجاع الطلب (الرمز الأمني) إلى المستخدم الذي يستطيع الدخول على الخدمة السحابية باستخدام الرمز الأمني. يتم استخدام المصادقة الآمنة (SSL) والتشفير عند تناقل الرسائل التي تحتوي على بيانات الهوية بين مزود الهوية ومزود الخدمة السحابية والمستخدم.

- تقنية كلمة المرور لمرة واحدة (OTP):

عبارة عن آلية مصادقة تستخدم كلمة المرور فقط لمرة واحدة في كل عملية، ثم تصبح كلمة المرور منتهية الصلاحية. في الغالب يتم استخدام الرسائل النصية (SMS) المرسلة عبر الهواتف المتنقلة أو البريد الإلكتروني كوسيلة شائعة لإرسال كلمة المرور المؤقتة. على سبيل المثال، يتم استخدام هذه الآلية في معظم البنوك السعودية عند دخول العملاء إلى حساباتهم البنكية، حيث يقوم العميل أولاً بإدخال اسم المستخدم وكلمة المرور، وبعد التحقق من صحتها يتم إرسال رسالة نصية تحتوي على كلمة المرور المؤقتة إلى الهاتف المتنقل المسجل لدى البنك، ليتم استخدامها للدخول على الخدمات البنكية الإلكترونية.

- الصلاحية:

تشير الصلاحية إلى تحديد حقوق (أو صلاحيات) استخدام المورد السحابي المحمي. ويتم تحديد هذه الصلاحيات إلكترونياً ومنحها للمستخدم استناداً إلى سياسات الاستخدام المحددة مسبقاً لمنح الصلاحيات. يتم استخدام آليات متعددة لمنح الصلاحيات، ومن أشهرها الصلاحية المفتوحة (OAuth) التي تسمح لمالك المورد السحابي مشاركة مواردهم الخاصة المخزنة على موقع إلكتروني مع موقع إلكتروني آخر دون البوح بالبيانات الخاصة. يتم استخدام هذه الآلية من قِبَل أغلب الشركات التقنية الكبرى، مثل: قوقل، وفيسبوك، وتويتر، ومايكروسوفت؛ للسماح لمستخدميهم بمشاركة معلومات عن حساباتهم مع تطبيقات ومواقع تعود ملكيتها لطرف ثالث.

تشير أفضل الممارسات إلى ضرورة إدارة أنظمة الصلاحيات بفعالية لضمان منح الصلاحيات المقررة للمستخدم بشكل كامل، وفي الوقت نفسه منع أي وصول غير

مصرح به إلى الموارد. هناك نموذجان لإدارة الصلاحيات، يمنح الأول الصلاحيات بناءً على الأدوار الممنوحة للمستخدم (Role-Based Access Control – RBAC)، بينما يمنح الثاني الصلاحيات بناءً على خصائص المورد أو خصائص بيئة العمل (Attribute-Based Access Control – ABAC). كما أن هناك نموذجًا ثالثًا يمثِّل هجيناً بين نموذجي (RBAC) و(ABAC)، ويجمع الأفضل من مميزات النموذجين ويُسمَّى بالنموذج الهجين. بغض النظر عن النموذج المستخدم لإدارة الصلاحيات، ينبغي أن يتم فصل برمجية إدارة الصلاحيات عن برمجية تطبيقات الأعمال تسهيلاً لصيانتها، كما ينبغي أن يكون نظام إدارة الصلاحيات مركزياً.

٤/٣/٨ أمن البيانات:

تُعتبَر البيانات أهم الأصول التي يسعى المستفيد إلى حمايتها وتأمين وحدتها وتكامل هياكلها. في السحابة العامة يزداد الحذر من فقدان أو تسريب هذا الأصل؛ كون حيازته تنتقل من مالكه إلى مزود الخدمة الخارجي. قد يتحول هذا الحذر إلى قلق مستمر لإمكانية تخزين هذه البيانات جنباً إلى جنب مع بيانات مستفيد آخر، حيث يمكن أن يتم مشاركة الوسيط التخزيني الواحد من قِبَل أكثر من مستفيد من خلال عدة وسائط تخزينية افتراضية. أما في السحابة الخاصة فيظلُّ الحذر قائماً، إذ ينبغي على المنظمة المستفيدة دراسة تعزيز الثقة في موظفيها، أو أنَّ هناك حاجة لفرض ضوابط داخلية إضافية تضمن عدم تسرُّب البيانات. كما أنَّ تناقل البيانات بين المستفيد والمزود يشكل هاجساً آخر لإمكانية التنصّت عليها أثناء مرورها في مسارها السحابي، أو اعتراض محتواها ونسخه أو تسريبه أو تغييره؛ الأمر الذي يخترق خصوصية وسرية وتكامل البيانات. إضافة إلى ذلك، تبرز هواجس أخرى تتعلق بتوظيف السحابة للتقنية الافتراضية من خلال برمجيّة الهايبرفايزر، الذي باختراقه يمكن التحكم في جميع الموارد الفعلية التي يشرف عليها. يختلف مستوى هذه الهواجس باختلاف نموذج نشر وإطلاق السحابة، سواء كانت عامة أو خاصة أو مجتمعية أو هجينة، كما تمَّ التطرق إلى ذلك في الفصل الرابع من هذا الكتاب.

إنَّ الإشارة لهذه المخاوف يتواكب وأهمية البيانات لدى أصحاب المصلحة، ولا تعني بالضرورة انتفاء صفة الأمان في السحابة، إذ إنَّ إيجاد واعتماد وتنفيذ سياسات أمنية صارمة تكون مفصَّلة بوجود إجراءات واضحة لحماية البيانات، وفرض ضوابط أمنية بتشفير البيانات الحساسة في أماكن تخزينها على قواعد البيانات وأثناء انتقالها على المسار السحابي، وتطبيق

مستوى عالٍ من الإجراءات الأمنية لضبط الوصول إلى البيانات- يساعد كثيراً في تفادي الوقوع في المخاطر الأمنية كتسريب أو اختراق خصوصية البيانات، ويمنع الاستخدام غير المصرح به، ويعزز حماية وسريّة وخصوصية البيانات.

يشير كاير جاكيموسكي (Kire Jakimoski, 2016) إلى أن هناك العديد من التقنيات المستخدمة لأمن وحماية البيانات، والمقبولة على نطاق واسع بين معظم مزودي الخدمات السحابية، حيث تشترك كل هذه التقنيات في توظيف مبادئ أساسية لأمن البيانات وحمايتها، وهذه المبادئ هي: المصادقة، والسريّة والخصوصية، والتحكم في النفاذ، والصلاحيات.

تضمن المصادقة أن الكيان (كالمستخدم أو التطبيق) المصرح له يستطيع النفاذ إلى البيانات المخزنة لدى مزود الخدمة. هناك العديد من المنهجيات المستخدمة لتطبيق المصادقة، مثل: المصادقة المبنية على المعرفة، والمصادقة الثنائية، والمصادقة المتعددة، والمصادقة المُتكيّفَة، وأخيراً المصادقة المنفردة. يمكن لكل منهجية من هذه المنهجيات توظيف آلية واحدة أو أكثر قبل منح المستخدم صلاحية النفاذ إلى البيانات، وأكثر هذه الآليات شيوعاً النفاذ الموحَّد، والرمز الأمني، وكلمة المرور لمرة واحدة. من الضروري وجود نظام مركزي وموحَّد لإدارة عمليات المصادقة لغرض التدوين والتدقيق، وللتكامل مع أنظمة التحكم في النفاذ والصلاحيات.

وتُعتبَر سريَّة وخصوصية البيانات إحدى أهم الآليات المستخدمة لحمايتها على السحابة، إذ يتيح جميع مزودي الخدمات السحابية مستويات مختلفة من التشفير تتناسب وحاجات المستفيد وطبيعة وحساسية البيانات، مع مراعاة أداء التطبيقات مع مستوى التشفير المستخدم. وهذه المستويات هي: تشفير على مستوى البيانات، وتشفير على مستوى التطبيقات، وتشفير على مستوى الخادم المُستضِيف، وتشفير على مستوى الشبكة، وتشفير على مستوى وسيط التخزين.

كما يضمن التحكم في النفاذ ألا يُسمَح لغير المستخدمين المصرَّح لهم بالنفاذ والوصول إلى البيانات المطلوبة. هناك العديد من المنهجيات الأمنية المستخدمة لتطبيق التحكم في النفاذ، مثل: أنظمة اكتشاف التطفل (IDS)، وأنظمة الوقاية من التطفل (IPS)، والجدران النارية، وأنظمة مكافحة البرامج الضارة، والقوائم البيضاء والسوداء. تُعدُّ هذه المنهجيات ملائمة لمجابهة محاولات الاختراق التقليدية. من الضروري وجود نظام مركزي وموحَّد لإدارة

التحكم في النفاذ؛ لتنسيق عمل المنهجيات المستخدمة لتطبيقه، ولتسهيل وظائف التدوين والتدقيق أيضاً، وللتكامل مع وظائف المصادقة والصلاحيات.

أما المبدأ الأساسي الأخير لأمن البيانات فيتمثل في مبدأ الصلاحيات التي تشير إلى ضرورة تحديد صلاحيات استخدام البيانات، كالقراءة أو التعديل أو الكتابة أو المسح. ويتم تحديد هذه الصلاحيات إلكترونياً ومنحها للمستخدم استناداً إلى سياسات الاستخدام المحددة مسبقاً لمنح هذه الصلاحيات. يتم استخدام آليات متعددة لمنح الصلاحيات، ومن أشهرها الصلاحية المفتوحة (OAuth) التي تسمح لمالك المورد السحابي مشاركة مواردهم الخاصة المخزنة على موقع إلكتروني مع موقع إلكتروني آخر دون البوح بالبيانات الخاصة. من الضروري وجود نظام مركزي وموحَّد لإدارة الصلاحيات لغرض منح وسحب الصلاحيات، وللتكامل مع أنظمة المصادقة والتحكم في النفاذ.

من المهم الإشارة إلى ضرورة وجود سياسات وإجراءات واضحة لعمل نسخ احتياطية ومكررة للبيانات الحساسة على السحابة. غالباً ما يتيح مزود الخدمة السحابية خدمات مساندة للخدمات الرئيسية، والتي تأتي بناءً على الطلب، ومن أهمها خدمة النسخ الاحتياطي، وهي خدمة ذاتية التشغيل عند تفعيلها، وتستلزم عمل نسخة إضافية من البيانات على وسيط تخزيني ثانوي عبر شبكة الإنترنت في موقع جغرافي مختلف عن موقع الوسيط التخزيني الرئيسي، وتختلف الفترة الزمنية الفاصلة بين كل نسخ احتياطي وآخر حسب حساسية البيانات التي يحددها المستفيد بشكل ذاتي. كما أنَّ خدمة النَسْخ المكرر المتزامن للبيانات (data replication service) هي خدمة مساندة تتيح نسخ البيانات بشكل متزامن وآني في وسيطين تخزينيين مختلفين، رئيسي واحتياطي، وفي موقعين جغرافيين مختلفين؛ لضمان تطابق البيانات المكررة في كلا الوسيطين، ولرفع مستوى الإتاحة والاعتمادية للوصول إلى البيانات. في حال تعطُّل الوسيط الرئيسي، يتم بشكل تلقائي انتقال العمل إلى الوسيط المكرر. يواكب تفعيل خدمتي النسخ الاحتياطي والمكرر أفضل الممارسات بشأن رفع مستوى الإتاحة والاعتمادية للخدمات السحابية، وضمان استمرارية الأعمال في حال حدوث الأعطال التشغيلية أو الكوارث.

٥/٣/٨ أمن الشبكة السحابية:

تتيح طبقة الشبكة السحابية للمستفيدين الاتصال مباشرةً بالسحابة. وتشكِّل العصب الأساسي لتشغيل وإيصال خدمات الحوسبة السحابية والاستفادة منها لكلٍّ من المزود والمستفيد، حيث تعتمد البنية التحتية للسحابة بشكل كامل على هذا الاتصال الشبكي الذي يتم من خلاله تقديم الخدمات للمستفيدين. على الرغم من ذلك، قد تكون الشبكة هدفاً للاختراقات الأمنية؛ كونها منفتحة على العالم الخارجي بشكل أكبر، مقارنةً بالشبكة الداخلية، ومرتبطة بقنوات اتصال أكثر، وفي بعض الأحيان محكومة بضوابط أمنية أقل؛ الأمر الذي يجعلها منطلقاً لاختراق كلمات المرور السريّة ومصدراً مزعجاً للحرمان من الخدمات السحابية من خلال بث برامج التصيُّد والإغراق، وللبرمجيات الخبيثة.

هناك العديد من التحديات والخصائص ذات العلاقة المباشرة بالشبكة السحابية، والتي ينبغي أخذها في الاعتبار عند تصميم الحلول الأمنية الشبكية، مثل: أداء التطبيقات السحابية، والمرونة في إضافة التجهيزات والبرمجيات إلى السحابة، وتعقيدات تنفيذ السياسات السحابية، والتعقيدات المرتبطة بالبنية الشبكية، وإعادة برمجة التطبيقات، والارتباط بالموقع، وتعدُّد طبقات الشبكة السحابية.

فيما يتعلق بالتطبيقات السحابية، ينبغي مراعاة اختلاف التطبيقات المطورة لغرض الاستخدام الداخلي في المنظمة عن التطبيقات المطورة لغرض الاستخدام السحابي؛ كون التطبيقات السحابية قد تتطلب إضافة قدرات جديدة لا تقتصر فقط على تخزين البيانات والتعامل مع قواعد البيانات كما هو الحال في التطبيقات التقليدية، بل تتعداها إلى ضرورة التعامل مع برمجيات قد تعود ملكياتها إلى طرف ثالث خارجي؛ كبرمجية البريد الإلكتروني، وبرمجيات التراسل، والنسخ الاحتياطي والمكرر، وفحص البنى التحتية قبل استخدامها، وغيرها من البرمجيات الأخرى. هذه الطبيعة الجديدة للتطبيقات السحابية فرضت هيكلاً برمجياً جديداً لها متعدد الطبقات؛ لذلك ينبغي أن يتم ضمان وجود نطاق ترددي عريض مقبول يضمن سرعة تناقل البيانات بين الخادم الفعلي مروراً بالخادم الافتراضي والمسار الشبكي السحابي كاملاً وصولاً إلى المستخدم النهائي. فأي تبنٍّ لنطاق ترددي عريض غير كافٍ يؤدي إلى تأخير في أداء التعاملات السحابية للمستخدم. لذلك ينبغي للمستفيد تحديد متطلباته من النطاق الترددي العريض لتطبيقاته السحابية، والتأكد من أن أداءها على السحابة يشابه أداءها داخل المنظمة قبل إطلاقها سحابياً، كما ينبغي لمزود الخدمة وضع

خيارات متعددة للمستفيد؛ كإتاحة سرعات متعددة من النطاق الترددي العريض، وإتاحة التحكم في توزيع أعباء التعاملات السحابية، وإمكانية التوسُّع والانكماش في خصائص وقدرات الموارد السحابية المتاحة له.

ينبغي أيضاً مراعاة أن يكون هناك مرونة في إضافة تجهيزات وبرمجيات جديدة في مراكز البيانات الخاصة بالمستفيد الذي قد يحتاج إلى إضافة أنظمة اكتشاف التطفل (IDS)، أو أنظمة الوقاية من التطفل (IPS)، أو الجدران النارية، أو أنظمة مكافحة البرامج الضارة. ينبغي أن يتم توظيف هذه البرمجيات والتجهيزات للعمل بسلاسة جنباً إلى جنب مع غيرها من البرمجيات والتجهيزات السحابية الموجودة مسبقاً، والتي تقوم بأداء موازنة الأعباء والتخزين المؤقت وتسريع عمل التطبيقات.

تضيف مكونات السحابة المتعددة مستوى أكثر تعقيداً من السياسات الأمنية والتشغيلية والتي لا مناص من تنفيذها. فتوظيف التقنية الافتراضية التي تفرض حدوداً منطقية لعزل الموارد السحابية، ومن ثَمَّ التحكُّم في حركة البيانات ضمن هذه الحدود، وكذلك التحكم في وصول المستخدمين إلى الموارد - تُعتبر من ضمن السياسات التوجيهية للوصول للموارد ولحركة البيانات، والتي يجب تنفيذها. ينبغي أن ينعكس تنفيذ هذه السياسات على التجهيزات الشبكية على السحابة؛ كالمحولات، والموجهات، والجسور. إنَّ تعدد هذه السياسات مع استمرارية تغير متطلبات المستفيد والمتطلبات التشغيلية يزيد من صعوبة بناء وتشغيل وربط مكونات الشبكة السحابية بمستوى عالٍ من جودة الأداء، وبمرونة عالية تسمح بالتوسُّع والانكماش بناءً على الطلب.

يتم بناء أي بنية شبكية حاسوبية لمركز بيانات بناءً على متطلبات حركة البيانات فيها، وبناء على كيفية استغلال الطبقتين الموجِهتين L2 وL3 لقدرات الشبكة. ينبغي أن تراعي البنية الشبكية ضرورة تفادي الحلقات الشبكية المتكررة (لوجود مسارات متعددة لنفس مكان الوصول)، وفي الوقت نفسه إيجاد مسارات اتصال متعددة (في حالة تعطُّل مسار اتصال، يتم الاستعانة بمسار اتصال آخر؛ لضمان استمرارية إيصال الرسائل). يضمن تطبيق هذين الشرطين عدم إغراق الشبكة برسائل مكررة. إنَّ اتساع النطاق الشبكي والربط بالسحابة مع الاستمرار في مراعاة متطلبات حركة البيانات داخل السحابة ككل، يرفع مستوى التعقيدات المرتبطة بالبنية الشبكية السحابية، خصوصاً على مستوى الطبقتين الموجهتين L2 وL3.

يحتم الانتقال من البيئة الداخلية المصغرة للتطبيقات إلى البيئة الموسعة السحابية ضرورة إعادة كتابة برمجياتها قبل إطلاقها في السحابة لمعالجة بعض القيود المرتبطة بالشبكة، مثل: القصور في تصوُّر نطاقات انتشار التطبيق على السحابة (كتحديد عدد الحد الأقصى من النسخ الافتراضية للتطبيق على السحابة)، وآلية إسناد عناوين بروتوكول الإنترنت (IP addresses) السحابية إلى الخوادم الافتراضية.

فيما يخصُّ الارتباط بالموقع، عادةً ما تُقيَّد تجهيزات الشبكة والخوادم (مثل، برمجية التقنية الافتراضية -الهايبرفايزر) بشبكة مادية مهيَّأة ومرتبطة بموقع ثابت؛ مما يؤدي ضمنياً إلى خلق قيد على الشبكة يعتمد على الموقع. فعلى سبيل المثال، يُحدَّد عنوان بروتوكول الإنترنت (IP address) الخاص بخادم ما بناءً على الشبكة المحلية الافتراضية (vLAN) أو الشبكة الفرعية التي ينتمي لها ذلك الخادم. وتعتمد الشبكات المحلية الافتراضية والشبكات الفرعية على كيفية تهيئة منفذ المحول المادي. ولذلك، لا يمكن نقل الخادم الافتراضي بسهولة وسلاسة من مكان إلى آخر عبر عدة مواقع في السحابة عند الحاجة؛ الأمر الذي يقلِّل من مستوى استغلال الموارد السحابية ومن مستوى المرونة.

أخيراً، قد يكون هناك حاجة لأن يقوم المستفيد بالعمل مع مزودي خدمة متعددين في نفس الوقت (لأسباب قد تعود إلى ضعف قدرات المزود الحالي، أو الحاجة لتبديل خدمة سحابية بأخرى أكثر كفاءة، أو نتيجةً لاندماج منظمتين اثنتين كل منهما تعمل مع مزود خدمة مختلف). في مثل هذه الحالات، تصبح إمكانية العمل المشترك بين مزودي الخدمات السحابية وتبادل البيانات بين أكثر من سحابة أمراً ضرورياً للمستفيد. إنَّ الارتباط والاتصال بين مراكز البيانات الخاصة بمزودي الخدمات السحابية لتظهر كسحابة واحدة بالنسبة للمستفيد يظلُّ أمراً تحت إرادة مزودي الخدمات، إلا أن تطبيق هذه النظرة التقنية يضيف بلا شك مستوى أعلى من التعقيد؛ نظراً للحاجة لإضافة طبقة شبكية أخرى كواجهة تقنية بين السحابات المرتبطة.

٦/٣/٨ أمن التقنية الافتراضية:

تستهدف التقنية الافتراضية زيادة الانتفاع من القدرات غير المُستَغَلَّة للموارد التقنية، وتسمح بمشاركة نفس المورد التقني بين العديد من المستفيدين، كما تسمح بدمج قدرات عدة موارد تقنية من نفس النوع، فتظهر للمستفيد وكأنها مورد واحد. يمكن تطبيق التقنية الافتراضية على موارد تقنية متعددة، مثل: المعالجات، والذاكرة الثانوية، ووسائط التخزين،

والشبكات، والبيانات، والتطبيقات الإلكترونية. يظهر بتطبيق التقنية الافتراضية الحاجة إلى ضرورة وجود أدوات جديدة تختلف عن الأدوات التقليدية المستخدمة لإدارة الخوادم المادية، بحيث تمكّن هذه الأدوات الجديدة من إدارة البيئة الافتراضية بفعالية ومرونة (كإنشاء ونقل وإنهاء الخوادم الافتراضية وتزويدها بالقدرات السحابية المتاحة كالتخزين الافتراضي، بناءً على الطلب، وبمرونة عالية)، ويقوم بهذه المهمة مدير الخوادم الافتراضية (VMM) أو الهايبرفايزر. تُركّز التقنية الافتراضية بشكل أساسي على ثلاثة محاور أساسية: الشبكات الافتراضية، والتخزين الافتراضي، والخوادم الافتراضية، والتي تمَّ التطرق لها بتفصيل في الفصل السابع من هذا الكتاب. إنَّ عملية تجميع هذه المحاور الثلاثة تحت مظلة واحدة وتفعيل قدراتها والتكامل فيما بينها يعزّز الخصائص الأساسية للحوسبة الأساسية (خدمة ذاتية وحسب الطلب، وتجمُّع واسع من الموارد، وخدمة ذات وصول واسع، ومرونة في تخصيص وتحرير الموارد، والقابلية للقياس).

مع تطبيق هذه البيئة الجديدة لإدارة موارد السحابة المتعددة، تبرز تحديات أكثر تعقيداً مقارنةً بنظيرتها في البيئة التقليدية لإدارة الموارد الحاسوبية. في حال عدم معالجتها، قد تشكّل هذه التحديات ثغرات أمنية ومنطلقاً للهجمات من داخل البيئة الافتراضية أو من خارجها. وهذه التحديات هي: القصور في فهم طبيعة إدارة التقنية الافتراضية، وتخصيص وتحرير الموارد السحابية الافتراضية، وإمكانية حدوث اختراقات داخلية بين الخوادم الافتراضية.

فيما يخصُّ التحدي الأول، فإنَّ دخول طبقة وسيطة، وهي طبقة التقنية الافتراضية، بين البنية التحتية الفعلية ونظام التشغيل تحتم ضرورة فهم طريقة عملها، وإلا نتج عن تطبيقها قابلية عالية لوجود ثغرات أمنية وزيادة في أعباء التعاملات السحابية وتحديات إدارية أخرى؛ الأمر الذي يؤثر بالتأكيد سلباً على الأداء بشكل عام. لذا فإنَّ اختراق هذه الطبقة الوسيطة (الهايبرفايزر) يعني سهولة الوصول إلى موارد البنية التحتية الفعلية والتحكم فيها. إلا أنه بفهم طبيعة عمل هذه الطبقة يمكن تخفيف الآثار السلبية المحتملة بتوظيف الفصل والعزل المنطقي للموارد الشبكية، واستخدام أدوات برمجية لمراقبة أداء الهايبرفايزر واكتشاف ومنع الأنشطة المريبة، وتبنّي إجراءات واضحة للتحكُّم في الوصول إلى الموارد. بمقارنة طبيعة عمل الهايبرفايزر بطبيعة عمل أي نظام تشغيل، نجد أن الهايبرفايزر يحتوي على مجموعة صغيرة من المهام المُحددة، كما أنه أقل انكشافاً من نظام التشغيل؛ لقلة منافذ الوصول الشبكية المرتبطة به. وهو أيضاً لا يخضع لعمليات تغيير أو تحديث متكررة كتلك

الموجودة في نظام التشغيل، ولا يسمح بشكل مباشر بتشغيل أي تطبيقات تعود لطرف ثالث، حتى أن نظام تشغيل المُستخدم (guest OS) لا يتعامل بشكل مباشر مع الهايبرفايزر إلا من خلال الخادم الافتراضي المحتوي له. بشكل عام، الهايبرفايزر عبارة عن طبقة مخفية عن التعامل المباشر مع المستخدم إلا من قِبل الإداري المسؤول عن إدارة البيئة الافتراضية، ومن خلال واجهة إدارية مخصصة لهذا الغرض، انظر الشكلين (٧-١٢) و(٧-١٣) واللذين يوضحان نقاط اتصال الهايبرفايزر بنوعيه (النوع ١ والنوع ٢) مع محيطه الخارجي.

يبرز التحدي الثاني عند تخصيص أو تحرير الموارد السحابية الافتراضية. على سبيل المثال، خلال تشغيل الخادم الافتراضي وتخصيص موارد افتراضية متعددة له، يقوم بعمله الاعتيادي بالقراءة والكتابة من وعلى الذاكرة الثانوية الفعلية من خلال الذاكرة الثانوية الافتراضية. إذا لم يتم مسح المحتوى على الذاكرة الفعلية قبل تحرير الجزء المخصص لهذا الخادم الافتراضي وتخصيصه لخادم افتراضي آخر، قد يصبح المحتوى على الذاكرة الثانوية الفعلية منكشفاً للخادم الافتراضي الآخر؛ لذا فإنه يُنصَح كممارسة جيدة القيام بالتأكد من مسح المحتوى لكل الموارد السحابية المحررة.

بالنسبة للتحدي الثالث، فقد يكون هناك اختراق شبكي داخلي يحدث بين الخوادم الافتراضية التي تعمل على خادم فعلي واحد، انظر الشكل رقم (٨-٢). من الصعب اكتشاف هذا الاختراق الداخلي ما لم يكن هناك خدمة رقابية تقوم على مراقبة الحركة من وإلى كل خادم افتراضي يتم إنشاؤه من الهايبرفايزر. وللحد من تدفق الحركة بين الخوادم الافتراضية الخاصة بمستفيدين متعددين، يتم استخدام آلية افتراضية لعزل الخوادم الافتراضية المختلفة. وكممارسة جيدة في هذا الشأن، يتم استخدام شبكة محلية افتراضية (vLAN) لعزل الخادم الافتراضي الخاص بمستفيد ما عن الخادم الافتراضي الخاص بمستفيد آخر، (vLAN) عبارة عن نطاق شبكي منطقي غير فعلي مجتزأ من شبكة فعلية أكبر حجماً يكون معزولاً ومحمياً). ويتطلب تطبيق هذه الآلية الافتراضية تعزيز الدعم للشبكة المحلية الافتراضية من خلال توظيف وتهيئة المحولات الشبكية والخوادم الفعلية لتطبيق العزل الآمن.



شكل رقم (٨-٦): نماذج خدمات الحوسبة السحابية

٧/٣/٨ أمن المنصة:

يقدِّم مزود الخدمة خدماته السحابية من خلال ثلاثة نماذج: البنية التحتية كخدمة (IaaS)، والمنصة كخدمة (PaaS)، والبرمجيات كخدمة (SaaS). في الحوسبة السحابية تُعتبَر البنية التحتية كخدمة الأساس لجميع الخدمات السحابية التي تُبنَى عليها المنصة كخدمة، والتي بدورها تؤسِّس لعمل البرمجيات كخدمة، انظر الشكل رقم (٨-٦). يؤدي هذا الترابط بين النماذج الثلاثة إلى تعزيز الاستفادة من القدرات المتاحة في كل نموذج، وفي الوقت نفسه فإنَّ وجود ثغرات أو مخاطر أمنية في أي نموذج قد يُعرِّض النماذج الأخرى للخطر أيضاً. تختلف المتطلبات الأمنية لكل نموذج عن الآخر لاختلاف طبيعة الخدمات المُقدَّمة، ولاختلاف مستوى تعامل المستفيد المباشر مع الموارد السحابية، ولاختلاف مسؤولية تطبيق الضوابط الأمنية في كل نموذج. ففي نموذج البرمجيات كخدمة (SaaS)، يتولّى مزود الخدمة النصيب الأكبر من مسؤولية تطبيق الضوابط الأمنية (كتأمين بروتوكولات التراسل https وsFTP، وتشفير البيانات، وإدارة مصادقة وصلاحيات المستخدمين، والحماية ضد التهديدات الأمنية)، ويتحكَّم المستفيد فقط في إدارة استخدام التطبيقات، فيتولى مهامَّ؛ كإضافة مستخدم جديد، أو إسناد دور لمستخدم، أو منح صلاحية النفاذ لمستخدم. إلا أنَّ الوضع يتبدل بالنسبة

للمستفيد في البنية التحتية كخدمة (IaaS)، إذ يُتاح له التحكُّم في كل شيء تقريباً ما عدا طبقة البنية التحتية الفعلية التي تظلُّ تحت مسؤولية مزود الخدمة.

يبرز مع كل نموذج منها بعض التحديات الأمنية التي تتعلق بالموقع الجغرافي للموارد، وأمن الشبكة، والنفاذ إلى البيانات وخصوصيتها، وسياسة النسخ الاحتياطي.

يتيح نموذج البنية التحتية كخدمة (IaaS) للمستفيد إمكانية التزود بالقدرات الحاسوبية الأساسية سواء أكانت مادية أم افتراضية؛ كالمعالجة، والتخزين، والشبكات، والخوادم. في هذا النموذج تبرز عدة تحديات تتعلق بأمن الهايبرفايزر، وأمن الوسائط التخزينية، وأمن الشبكة، وإدارة الهوية والتحكم في النفاذ إلى الموارد السحابية. فعلى مستوى أمن الهايبرفايزر، تظهر إشكالية توافقية البرمجيات والتجهيزات المادية للعمل مع الهايبرفايزر، وإشكالية الاختيار الأنسب لمنهجية التقنية الافتراضية (الكاملة، أو الجزئية، أو المُمكنة بالتجهيزات المادية)، والتي ينبغي أن تتوافق مع متطلبات الأعمال وعبء المراقبة المستمرة للخوادم الافتراضية لمنع تداخل الأعمال فيما بينها. وعلى مستوى الوسائط التخزينية، ينبغي تشفير البيانات الحساسة فيها، ومراعاة العزل المُحكَم بين النطاقات المنطقية المخصصة على الوسائط لخوادم افتراضية مختلفة، وتدوين كل عمليات القراءة والكتابة من وعلى الوسائط التخزينية، ومراعاة الاختيار الأنسب في توزيع الوسائط التخزينية على مواقع جغرافية متفرقة تبعاً للتشريعات التي تقود رغبات المستفيد. وعلى مستوى الشبكة، تبرز أهمية اختيار التصميمات المناسبة للشبكات الافتراضية الفرعية لفرض حدود منطقية تعزل الموارد السحابية المختلفة للتحكم في حركة البيانات ضمن هذه الحدود، كما أنَّ لاختيار التهيئة المناسبة للمحولات والموجهات المادية أهمية قصوى في تخفيف ارتباط الخوادم الافتراضية بموقع مادي معين؛ الأمر الذي يتيح إمكانية نقلها بسهولة وسلاسة من موقع إلى آخر على السحابة عند الحاجة. أما على مستوى إدارة الهوية والتحكم في النفاذ إلى الموارد السحابية، فينبغي تطبيق السياسات والإجراءات المناسبة للمصادقة والصلاحيات؛ لضمان منح النفاذ إلى الموارد السحابية للأشخاص ذوي العلاقة، ومن ثَمَّ توظيف عمليات التدوين والمراقبة لمتابعة العمليات الجارية على الموارد.

يتيح نموذج المنصة كخدمة (PaaS) للمطوِّر المستفيد إمكانية تهيئة وتطوير ونشر برمجياته الخاصة به، بحيث تعمل على منصة محوسبة يمتلكها ويستضيفها مزود الخدمة، وتشتمل على أنظمة التشغيل (OSs)، وبيئات تطوير وتنفيذ التطبيقات البرمجية، وأنظمة

قواعد البيانات، وخوادم الشبكة العنكبوتية. يتجسد أمن نموذج المنصة كخدمة من خلال ثلاثة عناصر: معالجة البيانات (حيث يتم إنشاء واستخدام البيانات على هيئة كائنات برمجية تضمُّ إضافةً إلى البيانات دوالَّ مُعالِجة للبيانات)، ومشاركة الكائنات عبر مكونات السحابة، وتخزين الكائنات. من خلال هذه العناصر الثلاثة، تظهر ستة مخاوف أمنية كمدخل لأي اختراق غير مشروع. وهذه المخاوف هي:

- إمكانية مشاركة الكيانات البرمجية وانتشارها عبر عدة مستضيفين على السحابة. ويمكن حماية الكائنات من خلال استخدام واجهات شائعة تمكنها من الانتقال والوصول إلى الموارد بشكل آمن. غالباً ما يتم استخدام تقنية قاعدة الحوسبة الموثوقة (TCB) لهذا الغرض، (قاعدة الحوسبة الموثوقة عبارة عن مجموعة من ملفات التهيئة والشفرات القابلة للتنفيذ، والتي يتم تثبيتها كطبقة على نظام التشغيل؛ مما يوفِّر واجهة برمجية معيارية للتطبيقات).
- قابلية مُستضيف الكائنات للتهديدات الأمنية. حيث إنَّ طبيعة الكيانات البرمجية تسمح بانتقالها من مستضيف لآخر؛ لذا ينبغي حماية البيئة التي يتم فيها تناقل هذه الكائنات من خلال تأمين كل مستضيف على حدة باستخدام تقنية (TCB) أيضاً.
- قابلية الكائنات البرمجية للتهديدات الأمنية، حيث يمكن اختراقها من قِبَل مزود الخدمة، أو من قِبَل مستفيدين آخرين يتشاركون في نفس المُستضيف، أو من قِبَل طرف خارجي. ويتمثل حل هذه الإشكالية في تشفير الكائنات البرمجية.
- قابلية المسار الشبكي للكائنات البرمجية للاختراق. ويتمثل الحل في تفعيل مهام المصادقة، والصلاحيات، والمراقبة، واستخدام قنوات الاتصال الآمنة (SSL) و(TLS).
- قابلية تسرُّب معلومات المصادقة الخاصة بالمستفيد. ويتمثل الحلُّ في تطبيق شهادة التصديق الرقمي الذي يضمن عدم إفشاء معلومات المستفيد.
- انقطاع الخدمة وعدم تحمُّل وقوع الأخطاء، إذ قد تتعرض إحدى خدمات المنصة كخدمة (PaaS) للعطل أو التوقف أو الاختراق، ومعها تتوقف عمليات المعالجة على الكائنات البرمجية. ويتمثل الحل في استخدام إحدى التقنيات المعروفة لاكتشاف الأعطال والتعافي منها، مثل نظام النخبة البيزنطي (Byzantine quorum system).

يتيح نموذج البرمجيات كخدمة (SaaS) للمستفيد إمكانية الوصول إلى الخدمات السحابية واستخدامها عبر شبكة الإنترنت. ويتم تصميم خدمات (SaaS)، التي يديرها ويستضيفها مزود الخدمة لغرض خدمة عدة مستفيدين بشكل متزامن، ويتم تخزين بيانات المستفيد في هذا النموذج لدى مزود الخدمة. وتتجسد الهواجس الأمنية في هذا النموذج من الخدمات في ست نقاط:

- قابلية اختراق البيانات الحساسة أثناء مرورها عبر القنوات الشبكية بين مصدر إرسالها ومكان وصولها؛ لذا ينبغي تشفير البيانات أثناء مرورها على الشبكة من خلال استخدام قنوات الاتصال الآمنة (SSL) و(TLS).

- إخفاء الموقع الجغرافي حيث يتم تخزين البيانات؛ لذا ينبغي على المستفيد الاطلاع على شروط الخدمة قبل الموافقة عليها؛ لضمان توافق الأنظمة والتشريعات الخاصة بمنظمة المستفيد مع أنظمة وتشريعات الدولة التي يتم تخزين البيانات فيها، أو حتى مفاوضة مزود الخدمة على اختيار الموقع الجغرافي المناسب لمنظمة المستفيد.

- اختلاف المعايير المطبقة لدى مزود الخدمة عن المعايير الشائعة لدى مزودي الخدمة الآخرين، يؤدي إلى ربط المستفيد بشكل دائم مع مزود الخدمة حتى لو رغب في الانتقال تفادياً لانقطاع الخدمة.

- إمكانية تسريب البيانات بين عدة مستفيدين يتزامن استخدامهم لنفس المورد السحابي، إما من خلال اختراق الثغرات الأمنية في الخدمة السحابية أو من خلال استخدام برمجيات خبيثة؛ لذا ينبغي أن يضمن نموذج البرمجيات كخدمة حدوداً واضحة لبيانات كل مستخدم، ليس فقط على المستوى الخادم الفعلي بل أيضاً على مستوى التطبيقات.

- تفاوت السياسات والإجراءات الأمنية الخاصة بالمستفيد مع تلك الموجودة لدى مزود السحابة؛ الأمر الذي قد ينجم عنه عدم منح مستخدمي المنظمة المستفيدة الصلاحية الكافية للوصول إلى البيانات، أو منح صلاحيات زائدة عن المطلوب. لذا ينبغي مراجعة وتدقيق سياسات وإجراءات الوصول إلى البيانات من قِبَل المستفيد والمزود؛ لضمان منح الصلاحية المناسبة للمستخدم المناسب.

- غياب الإشارة إلى عمل النَسْخ الاحتياطي والمكرر للبيانات الحساسة؛ لذا يُوصَى دائماً أن يقوم المستفيد بالإشارة إلى هذه الخدمة المهمة؛ كونها لا تأتي إلا بناءً على الطلب، كما يُوصَى بتوظيف آلية مناسبة لتشفير النُسَخ الاحتياطية للبيانات لمنع إمكانية تسريبها.

من الضروري الإشارة إلى أنه حتى لو تمَّ معالجة جميع التحديات والمخاطر الأمنية المتعلقة بعمل النماذج الثلاثة لخدمات السحابة (IaaS, PaaS, SaaS) كلّ على حِدة، إلا أنه ينبغي العمل على تكامل الحلول الأمنية لهذه النماذج والتعامل معها كمنصة واحدة ذات مكونات وموارد متعددة. ينطوي على تطبيق هذه النظرة الشاملة تأسيس أمن سحابي متكامل يشمل المكونات التفصيلية والواجهات بين هذه المكونات.

٤/٨ التخطيط للتعافي من الكوارث:

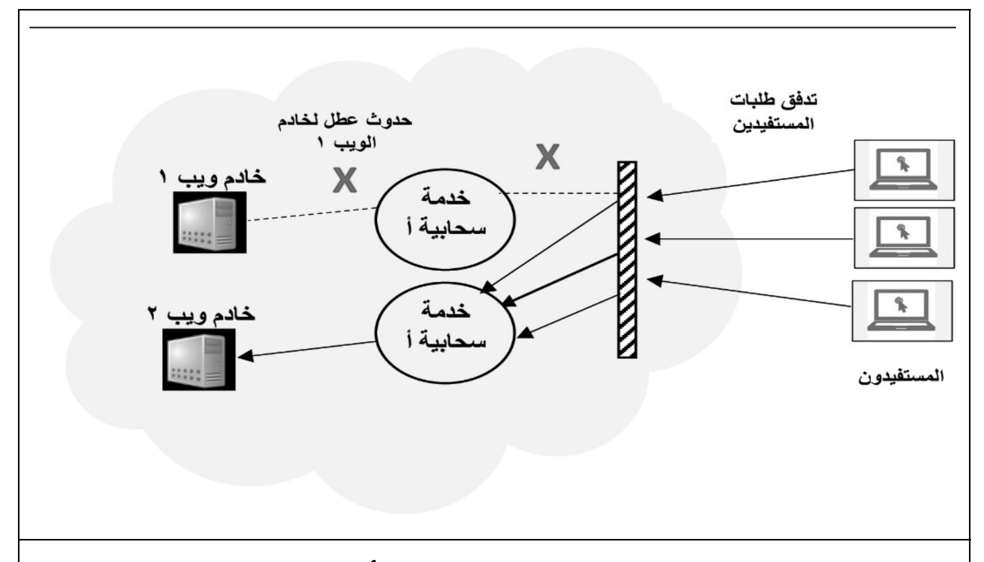
يُعرَّف التعافي من الكوارث بأنه عملية استئناف التعاملات الإلكترونية بشكل طبيعي بعد وقوع كارثة؛ من خلال استعادة الوصول إلى البيانات، والتجهيزات المادية، والبرمجيات، والتجهيزات الشبكية، والطاقة الكهربائية، والاتصالات.

في بيئة موزعة كالحوسبة السحابية، يوجد العديد من المكونات والتجهيزات والبرمجيات التي من المحتمل أن تتعطل في أي وقت. إضافةً إلى ذلك، قد تقع الكوارث كالغرق أو الزلازل، في أي وقت وبدون سابق إنذار؛ مما ينتج عنه توقُّف كامل للخدمات السحابية. إنَّ السرَّ وراء التعافي من الكوارث بصفة عامة يكمن في توقُّع حدوثها من خلال التخطيط الجيد لكيفية التعامل معها.

بشكل عام، تأتي الأعطال على ثلاثة أوجه؛ يتمثل الأول في تعطُّل خادم الويب الذي يُشغِّل الخدمة السحابية، ويمكن تخفيف أثر هذا الضرر من خلال تشغيل خادمي ويب أو أكثر خلف موازن أحمال، الذي يعيد توجيه الطلبات حسب خادم الويب المتاح وحسب حجم العمل على كل خادم، انظر الشكل رقم (٨-٧). ويتمثل الثاني في حدوث ضرر أكبر بتعطل خادم قواعد البيانات، والذي يحتاج لاستعادته حلًّا أكثر تعقيداً. أما العطل الأسوأ فيكون في حدوث انهيار كامل لمركز البيانات، ومعه تتعطل جميع أعمال المنظمة المستفيدة. بوجود حلول مصممة مسبقاً للتعامل مع هذه الأضرار، يتم استعادة الخدمات والتعافي من الأضرار بسرعة تحدِّدها خطة التعافي من الكوارث.

تُشابِه خطة الاستعادة من الكوارث المصممة للحلول السحابية في مكوناتها الأساسية مثيلتها المصممة للحلول التقليدية في مراكز البيانات، مع وجود بعض الاختلافات على مستوى التطبيق بما يتماشى مع هيكلية الحوسبة السحابية. هناك مجموعة من ثلاثة متغيرات عامة تحدِّد آلية وسرعة الاستعادة من الكوارث. وهذه المتغيرات هي:

- الوقت الزمني اللازم لاستعادة الخدمة السحابية وتشغيلها كما كانت قبل وقوع الكارثة، ويُسمَّى بالهدف الزمني للتعافي من الكوارث (RTO).
- الوقت الزمني اللازم لإعادة التعامل مع البيانات، ويُسمَّى بالهدف الفاصل للتعافي من الكوارث (RPO).
- التكلفة المادية التي يمكن تحمُّلها للتعافي من الكوارث، ويتم تحديد هذا المقياس حسب أهمية العملاء المستفيدين من الخدمة السحابية المعطلة، وحسب حساسية الخدمة المقدمة خصوصاً تلك المتعلقة بحياة الأشخاص أو سلامتهم، وأخيراً مدى أهمية المحافظة على السمعة العامة لمزود الخدمة السحابية.



شكل رقم (٨-٧): نسخة مكررة من الخدمة السحابية أ على خادمي ويب ١ و٢، حيث يستقبل موازن الأحمال طلبات المستفيد ويعيد توجيهها إلى خادم الويب ٢ فقط لوجود عطل على خادم الويب ١

من المهم للمستفيد أيضاً فهم آلية استعادة الخدمات السحابية للتشغيل والتعافي من أثر الكوارث لكل نموذج خدمة سحابية (البنية التحتية كخدمة، والمنصة كخدمة، والبرمجيات كخدمة)، ولكل نموذج نشر وإطلاق للسحابة (سحابة عامة، وخاصة، ومجتمعية، وهجينة). كلما ارتفع مستوى المخاطر المترتبة على وقوع كارثة، ارتفعت الحاجة لفرض ضوابط تخفِّف من آثار هذه المخاطر. لذا فإنَّ مستوى تحمُّل المخاطر يُعتبَر محدِّداً رئيسياً للقرارات المتعلقة بتبني الخدمات السحابية من عدمها، أو القرارات المتعلقة باختيار نموذج النشر والإطلاق المناسب.

تتيح السحابة خدمتي النسخ الاحتياطي كخدمة (BaaS) والتعافي من الكوارث كخدمة (DRaaS)، كخدمات مساندة بناءً على الطلب، وعلى مستويات متعددة من الاستخدام، سواء للاستخدام الشخصي أو لاستخدام المنظمات الصغيرة أو الكبيرة. ويمكن الوصول لهاتين الخدمتين إما متاحة للعموم عبر شبكة الإنترنت، أو متاحة من خلال قنوات اتصال آمنة وخاصة لمستفيد واحد. يوضح الجدول رقم (٨-٣) قائمة بأشهر مزودي هاتين الخدمتين لعام ٢٠١٧م.

جدول رقم (٨-٣): أبرز مزودي خدمة النسخ الاحتياطي كخدمة، وخدمة التعافي من الكوارث كخدمة

خدمة النسخ الاحتياطي كخدمة (BaaS)	خدمة التعافي من الكوارث كخدمة (DRaaS)
Backblaze Cloud Backup Service	Microsoft Azure Site Recovery
Carbonite Cloud Backup Service	Quorum onQ Hybrid Cloud Solution
Mozy Cloud Backup Service	Zerto Virtual Replication
SOS Cloud Backup Service	Zetta Backup and Recovery
SugarSynnc Cloud Backup Service	Carbonite Cloud Backup and Recovery

تشمل مزايا توظيف خدمتي النسخ الاحتياطي كخدمة (BaaS) والتعافي من الكوارث كخدمة (DRaaS)، كخدمات جاهزة مُقدَّمة من مزود خارجي ما يلي:

- لا حاجة لاقتناء وإدارة البنية التحتية اللازمة لعمل النسخ الاحتياطي والتعافي من الكوارث.
- يتم تخزين النسخة الاحتياطية فعلياً في مواقع جغرافية مختلفة عن الموقع الأصلي للبيانات.
- عدم الحاجة للتدخُّل البشري لعمل النسخ الاحتياطي، إذ يتم بشكل تلقائي ودوري، ويتم التحكم فيه عن بُعد.
- إمكانية الحصول على أي مساحة تخزينية يطلبها المستفيد، ودون حدود.
- القدرة على استعادة تشغيل الخدمات السحابية عند تعطلها، بسرعة وبقدر محدود من التدخُّل البشري.
- وجود خيارات مرنة للتعافي من الكوارث؛ كإمكانية استعادة تطبيق واحد، أو استعادة البنية التحتية كاملةً.
- وجود نظام فوترة سهل وسلس للدفع مقابل الاستخدام.

تجدر الإشارة هنا إلى أنَّ توظيف الحوسبة السحابية للتقنية الافتراضية يأخذ بمنهجية وإجراءات التعافي من الكوارث في السحابة منحى مختلفاً مقارنةً بالأساليب التقليدية غير الافتراضية المتّبعة في مراكز البيانات الخاصة. إذ إنَّه باستخدام التقنية الافتراضية، يتم تغليف الخادم بأكمله، بما في ذلك نظام التشغيل والتطبيقات والبيانات، في حزمة واحدة أو في خادم افتراضي. وبالتالي يمكن نسخ الخادم الافتراضي كاملاً أو عمل نسخة احتياطية منه في موقع جغرافي مختلف، وبالتالي إمكانية إدراجه ضمن مُستَضِيف افتراضي يقوم على إدارة النُّسَخ في غضون دقائق. وحيث إنَّ الخادم الافتراضي مستقل عن أي تجهيزات مادية ولا يعتمد عليها، فإنه يُمكن نقله (بما يحتويه من أنظمة تشغيل وتطبيقات وبيانات) بدقة وأمان من مركز بيانات إلى مركز بيانات آخر، دون الحاجة إلى إعادة تحميل كل مكون من مكوناته، كما هو الحال في نقل مكونات الخادم الفعلي. تؤدي هذه الآلية في عمل النسخ الاحتياطي والاستعادة من الكوارث إلى تقليل الوقت اللازم للتعافي والعودة إلى وضع التشغيل الطبيعي.

٥/٨ حماية الخصوصية والتكامل:

حسب التقارير الصادرة من عدة مؤسسات استشارية، مثل: "قارتنر"، (فبراير ٢٠١٧م)، و"فورستر"، (أكتوبر ٢٠١٧م)، فإنه من المتوقع خلال الأعوام القادمة زيادة الإقبال على خدمات الحوسبة السحابية على مستويات متعددة من العملاء، كالأفراد والمنظمات الصغيرة والكبيرة. مع هذا التوجه العام نحو الحوسبة السحابية، تجدر الإشارة إلى قضيتين مهمتين: الأولى تخص حماية الخصوصية، وتخص الثانية التكامل.

أولاً، نشير إلى أنَّ الخصوصية هنا تشير إلى خصوصية البيانات، والتي تُعرَف بأنها حقُّ الكيان (سواء فرد أو منظمة) في معرفة ماذا يُعرَف عنه، ومعرفة المعلومات المخزنة عنه، والتحكم في كيفية تناقل بياناته عبر مكونات السحابة ومنع إساءة استخدامها. مع زيادة الإقبال على استخدام الخدمات السحابية، ازداد حجم البيانات بكافة أنواعها (المهيكلة كقواعد البيانات، وغير المهيكلة كالوثائق، وشبه المهيكلة كمحتويات البريد الإلكتروني)، وأشكالها (النصوص والصور ومقاطع الفيديو)، والتي يتم نشرها عبر شبكة الإنترنت. على سبيل المثال، تشير الإحصاءات الصادرة من براند ووتش (www.brandwatch.com) إلى أنه يتم نشر ٥٦ مليون مدوَّنَة يومياً على موقع ووردبريس (WordPress)، وتعالج قوقل ما يقارب ١٠٠ مليار عملية بحث شهرياً، وتضيف فيسبوك ما يقارب ٥٠٠ ألف مستخدم جديد يومياً، ويضيف مغردو تويتر ما يقارب ٥٠٠ مليون تغريدة يومياً، ويتم تحميل ٣٠٠ ساعة فيديو على موقع يوتيوب يومياً، و٨٠ مليون صورة يومياً على موقع إنستقرام. مع الفوائد الجمَّة التي يجنيها كلٌّ من الأفراد لأغراض الاستخدام الشخصي، وقطاع الأعمال لأغراض التسويق وزيادة المبيعات، تبرز العديد من الصعوبات التي تتعلق بحماية الخصوصية، من حيث حق الأفراد والمنظمات في التعرُّف على كيفية استخدام هذه البيانات، والموقع الجغرافي لتخزينها، وآلية توظيف سلوك استخدام الخدمات السحابية المتزامن مع معالجة البيانات على السحابة.

إنَّ حماية الخصوصية تمثِّل أهمية قصوى في عالم الإنترنت اليوم، وتزداد هذه الأهمية مع زيادة حساسية البيانات بالنسبة للمستخدم صاحب البيانات. وبشكل عام، يمكن القول: إنَّ حماية الخصوصية تعزِّز ثقة المستخدم في استخدام الخدمات السحابية، وبالتالي زيادة حجم البيانات المنقولة إلى السحابة؛ الأمر الذي يؤثِّر إيجاباً في النهاية على التنمية الاقتصادية. إلا أنَّ هناك العديد من التحديات التي قد تعيق مشاركة البيانات من أصحابها، خصوصاً

تلك المتعلقة بالشؤون القانونية والتجارية والشخصية على حدٍ سواء. من بين أبرز تحديات حماية الخصوصية على السحابة ما يلي:

- صعوبة تقييم المخاطر على بيئة السحابة:

باستخدام خدمات الحوسبة السحابية ينبغي الإشارة إلى العديد من التساؤلات لغرض تحديد المخاطر المتعلقة بحماية الخصوصية، مثل

  - من هم أصحاب المصلحة ذوو العلاقة بحماية الخصوصية؟
  - ما هي أدوارهم ومسؤولياتهم؟
  - أين يتم تخزين البيانات؟
  - كيف يتم عمل نُسخ من البيانات لأغراض النسخ الاحتياطي والتعافي من الكوارث؟ وأين؟
  - ما هي التشريعات والأنظمة والقوانين المتعلقة بحفظ ومعالجة البيانات؟
  - كيف سيتمكن مزود الخدمة السحابية من تحقيق المستوى المتوقع من حماية الخصوصية؟

تشير اتفاقية مدريد لحماية البيانات الشخصية والخصوصية (٢٠٠٩م) إلى أنَّ كل شخص مسؤول يجب أن يكون لديه إجراءات شفافة فيما يخصُّ معالجة بياناته الشخصية. ينبغي لأصحاب المصلحة تحديد متطلبات الحوسبة السحابية التي تحقق المستوى المتوقع من الأمان والخصوصية. في أوروبا توصي وكالة الشبكة الأوروبية وأمن المعلومات (ENISA) (٢٠٠٩م) بتسهيل فهم التحوُّل في موازنة المسؤولية والمساءلة الخاصة بمهام رئيسية، مثل: الحوكمة، والتحكم في البيانات، وعمليات تقنية المعلومات، والالتزام بالتشريعات والقوانين ذات العلاقة.

- ظهور نماذج أعمال جديدة:

يحلل التقرير الصادر من وكالة التجارة الفيدرالية (FTC) الآثار المترتبة على خصوصية المستهلك من التطوُّر الهائل لتقنية المعلومات، حيث يشير التقرير إلى سهولة قيام المنظمات التجارية بجَمْع وتخزين ومشاركة كميات هائلة من بيانات العملاء، وبتكلفة متدنية جداً. أدَّى هذا التطور الهائل في تقنية المعلومات إلى ظهور نماذج أعمال جديدة تعتمد بشكل كبير على تحليل سلوك العملاء من خلال الاستيلاء على بيانات العملاء أولاً، بما في ذلك الملفات الشخصية، ثم استخدام نتائج التحليل لعمل إعلانات سلوكية

عبر شبكة الإنترنت ومنصات التواصل الاجتماعي والهواتف المتنقلة حسب موقع العميل الجغرافي.

- الالتزام بالتشريعات والقوانين:
يترتب على الاستعانة بمزود الخدمات السحابية تبعات من الضروري أن تعيرها المنظمة المستفيدة الكثير من الاهتمام. حيث إنَّ موقع السحابة الجغرافي دائماً ما يكون خارج الموقع الجغرافي للمنظمة المستفيدة. قد ينتج عن ذلك إشكاليات تتعلق بموقع بيانات المنظمة المستفيدة المخزنة لدى مزود الخدمة. فعند الحاجة لتغيير موقع هذه البيانات لأي سبب من الأسباب أو عند الحاجة لعمل نُسخ احتياطية للبيانات في موقع جغرافي مختلف (كدولة أو قارة أخرى)، ينبغي الأخذ بعين الاعتبار تشريعات وقوانين الدولة المستضيفة للسحابة. لذلك دائماً يُنصح أن يكون الخيار الأول للمنظمة المستفيدة، في حال رغبت في إطلاق سحابة من خلال طرف خارجي، أن يقع الموقع الجغرافي لذلك الطرف الخارجي في ذات الموقع الجغرافي للمنظمة نفسها، تجنُّباً للوقوع في مشاكل قانونية تتعلق باحتمالية الإخلال بسرية وحماية بياناتها.

توصي جمعية إدارة المعلومات الصحية الكندية (CHIMA) في تقريرها الصادر في نوفمبر (٢٠١٦م) عن موضوع الحوسبة السحابية بشكل عام، وخصوصية البيانات بشكل خاص، بمجموعة من الممارسات الآمنة فيما يخصُّ خصوصية البيانات:

- ينبغي على المستفيد الطلب من مزود الخدمة السحابية الإفصاح عن الموقع الجغرافي لتخزين ومعالجة البيانات، والتعهد بالالتزام بذلك الموقع بعد الاتفاق عليه.
- ينبغي أن يوافق مزود الخدمة السحابية على التوقيع على اتفاقية حماية الخصوصية وعلى اتفاقية مشاركة البيانات، بالذات فيما يخصُّ عمليات الوصول إلى بيانات المستفيد المخزنة لديه واستخدامها والتخلص منها.
- يجب أن يحافظ مزود الخدمة على مستوى مقبول من إتاحة واعتمادية واستمرارية عمل الخدمة السحابية.
- يجب أن يطلب المستفيد من مزود الخدمة الالتزام بالاتفاقيات والشفافية في التعامل.

- يجب على المنظمة المستفيدة فهم الخيارات الأمنية المتاحة لدى مزود الخدمة لتعزيز الخصوصية والسرية، بما ذلك الإجراءات والبنية التحتية التقنية والفصل بين المستفيدين لدى المزود.
- يجب على مزود الخدمة تطبيق أفضل الممارسات الأمنية.
- يجب أن يتم إجراء المراقبة والتدقيق على العمليات، وبشكل دوري، لاكتشاف النفاذ غير المصرح له.
- يجب على مزود الخدمة والمستفيد الالتزام بتشريعات وأنظمة وقوانين الدولة المستضيفة للخوادم والبيانات.

أما ما يخصُّ التكامل في الحوسبة السحابية، فإنه يأخذ بُعدَيْن وظيفيين رئيسيين: الأول يخص عملية التجسير بين مكونات السحابة الموزعة على نطاق واسع، والثاني يخصُّ التأكد من المحافظة على وحدة البيانات ودقتها وحمايتها من الاستخدامات غير المشروعة. بالنسبة للبُعد الأول، فإنَّ السحابة عبارة نظام حوسبة كبير يضمُّ بين جنباته كمًّا هائلاً من الموارد التقنية المتجانسة وغير المتجانسة، من بيانات وتطبيقات وشبكات وخوادم وبرمجيات وتجهيزات مادية متنوعة. حتى يتحقق تشغيل الخدمات والتطبيقات السحابية وتناقل البيانات بسلاسة وجودة، لا بُدَّ من ضمان التكامل بين مكونات السحابة. ولا تقتصر عملية التكامل على التجسير بين المكونات من النوع ذاته فقط (كالتجسير بين خدمة وأخرى، أو التجسير بين خادم وآخر)، بل تشمل التجسير بين المكونات المختلفة أيضاً (كالتجسير بين برمجية التقنية الافتراضية والتجهيزات المادية للبنية التحتية). وفي مرحلة متقدمة تمتد عملية التكامل لتشمل التجسير بين أكثر من سحابة تخصُّ عدة مزودي خدمات؛ بهدف تكامل القدرات التقنية التي قد تكون متوزعة على أكثر من سحابة، والتوسُّع في الوصول الجغرافي، ورفع مستوى رضا العملاء عن طريق تجنُّب إشكالية الارتباط بمزود واحد، ومن ثَمَّ تسهيل عملية الانتقال من مزود إلى مزود آخر. وكلما ارتفع مستوى تطبيق المعايير في الحلول السحابية المُقدَّمة وعلى كل المستويات ابتداءً من البنية التحتية التقنية وصولاً إلى الواجهات الأمامية للمستخدم النهائي، ارتفعت جودة التكامل بين المكونات المرتبطة، وتحسين الأداء بشكل عام؛ الأمر الذي يحقق في النهاية متطلبات المستفيد.

بالنسبة للبُعد الثاني، يتطلب تكامل البيانات في السحابة المحافظة على وحدتها وكمالها وضمان دقتها. ويُتَوقَّع أن يتم تخزين البيانات في السحابة بشكل صحيح وموثوق؛ مما يعني

ألا يتم العبث بها، ولا يتم التعديل عليها بشكل غير صحيح، ولا يتم مسحها بتعمّد، ولا تزييف محتواها. يجب أن توفِّر السحابة أدواتٍ ووسائلَ مناسبة لاكتشاف أي تلاعب أو تسريب أو فَقْد للبيانات، من خلال متابعة ومراقبة سجلات التدوين الخاصة بالعمليات التي تمت على البيانات. ويمكن النظر إلى تكامل البيانات كإجراء، أو كشرط، أو كوظيفة، أو كمؤشر أداء. فيُعتبَر التكامل إجراءً عند التحقق من أن البيانات لم يتم التعديل عليها خلال مسار انتقالها من مصدرها إلى مكان استقبالها. ويُعتبَر التكامل شرطاً عند استخدامه كمقياس لدقة وصحة البيانات. ويُعتبَر التكامل وظيفةً عند توظيفه كخدمة تحافظ على البيانات كما تمَّ إدخالها، وتدقق على العمليات التي تمَّ إجراؤها عليها. ويُعتبَر التكامل مؤشراً للأداء عند استخدامه كمقياس لمعدل الأخطاء المكتشَفة خلال العمليات التي تمت على البيانات (الإنشاء، والتخزين، والاسترجاع، والتحديث، والنقل). أخيراً، ينبغي الإشارة إلى أفضل الممارسات المتعلقة بضمان تكامل البيانات، والتي تشمل تشفير البيانات، والنَسْخ الاحتياطي للبيانات، والتحكم في النفاذ والوصول إلى البيانات، والتحقق من مدخلات البيانات لتجنُّب غير الصحيح منها، والتحقق من صحة البيانات بعد نقلها من مكان إلى آخر.

الفصل التاسع

الممارسات الخاطئة في الحوسبة السحابية

١/٩ مقدمة:

يمكن أن تخلق الحوسبة السحابية ميزةً تنافسية مهمة لمستخدميها إذا تمَّ توظيف تطبيقاتها وخدماتها بشكل فعَّال وصحيح لتحقيق متطلبات أعمال المنظمة المستفيدة. إلا أن تحقيق هذه الميزة قد لا يتأتى في ظل وجود ممارسات خاطئة مرتبطة بالانتقال إلى الحوسبة السحابية؛ لذا فإنَّ هذا الفصل يستعرض أكثرَ الممارسات الخاطئة شيوعاً لدى المستفيد عند الانتقال إلى البيئة السحابية. وتتمثل هذه الممارسات الخاطئة في إساءة فهم متطلبات المستفيد، وعدم تقدير التكاليف المرتبطة باستخدام الخدمات السحابية بشكل دقيق، ورفع سقف التوقعات المرجوة من استخدام السحابة بشكل غير واقعي لا يتناسب وطبيعة الأعمال المستهدفة، وتضخيم حجم المخاطر الأمنية المرتبطة بالبيئة السحابية. كما أن هناك العديد من الممارسات الخاطئة المرتبطة بالاعتقاد بأنَّ نقل جميع التطبيقات الحالية والمستضافة لدى المنظمة المستفيدة إلى البيئة السحابية هو دائماً الحل الأمثل، وقد تكون الحقيقة على العكس من ذلك تماماً. إضافةً إلى ذلك، هناك ممارسة خاطئة ترتبط باختيار مزود الخدمة بحيث يختار المستفيد المزود المفضَّل لديه وليس المزود الملائم لاحتياجات أعماله. ويقدم هذا الفصل في خاتمته مجموعة من التوصيات تساعد على تجنُّب الكثير من الممارسات الخاطئة.

٢/٩ استعراض أكثر الممارسات الخاطئة شيوعاً عند الانتقال إلى البيئة السحابية:

يحتم الانتقال من البيئة المحلية التقنية إلى البيئة الموسعة السحابية ضرورة إدراك حقيقة أن تطبيق الحلول السحابية يمكن أن يكون أكثر تحدياً مما هو شائع اعتقاده. في الوقت الذي نجحت فيه بعض المنظمات في تطبيق الحلول السحابية، وتخفيض التكاليف المادية المتعلقة بتقنية المعلومات، والوصول السريع والواسع إلى شرائح متعددة من المستفيدين، نلحظ أنَّ العامل المشترك بين هذه المنظمات هو التركيز على تحقيق احتياجات أعمالها بدعم من الحوسبة السحابية وتوظيف لإمكاناتها الهائلة. وبينما تستفيد المنظمات

الصغرى من مزيَّة البداية التقنية من الصفر عند الانتقال للسحابة، حيث لا تملك أي تجهيزات مادية أو برمجيات، فإنَّ المنظمات التي لها باع طويل في استخدام التقنية قبل ظهور الحوسبة السحابية قد يتطلب الأمر معها إجراء تغييرات كبيرة ومتعددة حتى تنجح في الانتقال من البيئة المحلية التقنية إلى البيئة السحابية. لذلك ينبغي لتلك المنظمات التي تنوي الاستفادة من خدمات الحوسبة السحابية أن تصبح أكثر وعياً وإدراكاً لطبيعة الممارسات الخاطئة التي من المحتمل الوقوع فيها، ومن ثَمَّ تفاديها. نستعرض في هذا الجزء ستاً من أبرز هذه الممارسات، وهي: الممارسات الخاطئة عند نقل التطبيقات إلى البيئة السحابية، وإساءة فهم متطلبات المستفيد، ورفع سقف التوقعات، وتضخيم المخاطر الأمنية عن الحوسبة السحابية، والممارسات الخاطئة عند اختيار مزود السحابة، والتكاليف غير المتوقعة.

١/٢/٩ إساءة فهم متطلبات المستفيد:

تُعرَّف متطلبات المستفيد في بيئة الحوسبة السحابية بأنها عبارة عن وصف لما يُتوقَّع أن تكون عليه مخرجات الخدمة السحابية، أخذاً في الاعتبار المدخلات التي يتم استنباطها من بيئة عمل المستفيد (وتشمل البيئة أصحاب المصلحة كمصدر مهم للمدخلات، والوثائق والنماذج والأنظمة ذات العلاقة). وبالتالي، ينبغي أن تأخذ الخدمة السحابية المنظورة هذه المدخلات وتحولها إلى مجموعة مخرجات تلبِّي احتياجات ومتطلبات المستفيد.

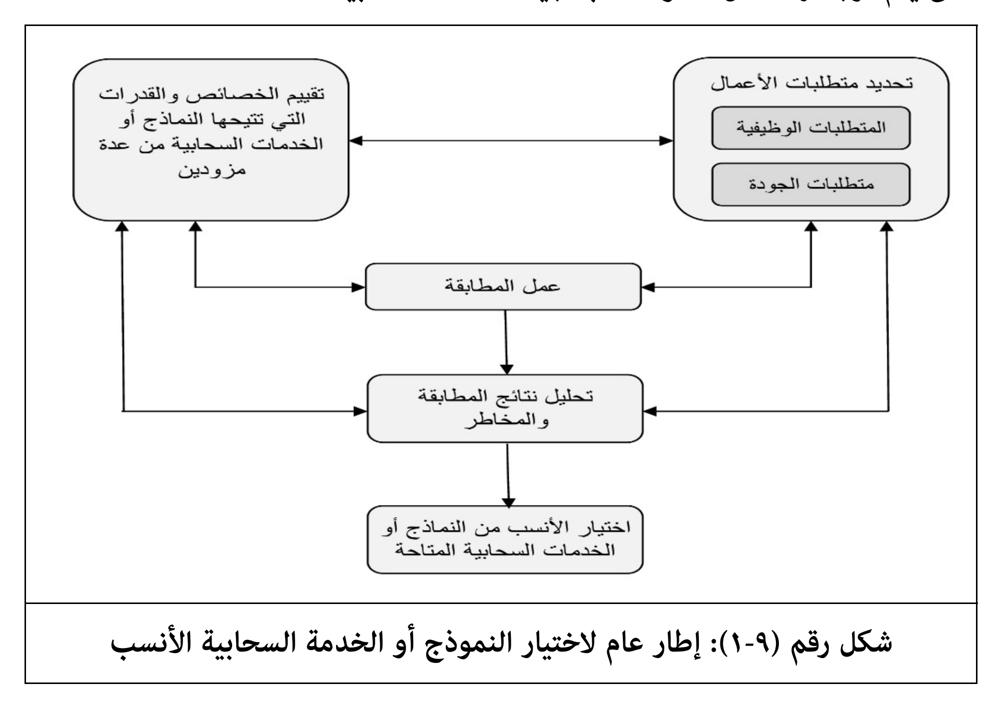
مع تنوُّع وتعدُّد الخدمات السحابية المعروضة على السحابة، يزداد تعقيد تحديد متطلبات واحتياجات المستفيد بشكل أكثر تفصيلاً (Todoran et al., 2012). قد يقود هذا التنوُّع والتعدد في الخدمات إلى الوقوع في ثلاث إشكاليات جديرة بالاهتمام: أولاها، مع زيادة المعروض من الخدمات السحابية، يواجه المستفيد صعوبات في انتقاء الأفضل من الخدمات السحابية المعروضة من حيث مطابقة وتلبية متطلباته. ثانيتها، يستخدم بعض مزودي الخدمات السحابية منهجيات لاستنباط وتجميع متطلبات واحتياجات المستفيد، إلا أنَّ هذه المنهجيات المُعدَّة مسبقاً غالباً ما تكون عموميةً في مكوناتها حتى تتناسب مع شريحة واسعة من المستفيدين. ثالثتها، يقتصر بعض مزودي الخدمات على استخدام اتفاقية مستوى الخدمة (SLA) المُعدَّة مسبقاً كوسيلة وحيدة للتواصل مع المستفيدين المنظورين بشأن تحديد المتطلبات (Lichtenstein et al., 2005; Trienekens et al., 2004). لذلك يتضح وجود فجوة اتصال وتواصل في فهم متطلبات المستفيد بشكل دقيق، حيث لا يتم

إشراك المستفيد المنظور في مراحل مبكرة لتصميم أو تخصيص الخدمة السحابية بما يواكب تطلعات المستفيد ويُشرِكَه في اتخاذ القرار. نتيجةً لذلك يلجأ المستفيد المنظور إلى محركات البحث أو الاستئناس بتجارب الآخرين للبحث عن أكثر الخدمات السحابية ملاءمةً لتطلعاته وتحقيقاً لمتطلباته.

إنَّ تجاهل احتياجات وقواعد أعمال المنظمة المستفيدة أثناء تصميم الخدمات السحابية قد يجبر المستفيد على تكييف أعماله مع الإمكانيات والقدرات التي تقدمها الخدمة السحابية المنتقاة؛ لذا تكون النتيجة المتوقعة عن أداء الخدمة السحابية غير مرضية ولا تحقِّق المطلوب. لا يقتصر تحديد المتطلبات على وصف الخصائص الوظيفية للأعمال فقط (كوصف إجراء طلب إجازة موظف في منظمة ما، أو وصف إجراء طرح مناقصة عامة للعموم)، بل يتعدى ذلك ليشمل وصفاً لخصائص جودة الخدمة السحابية (كمستوى الإتاحة، ومستوى الأداء، ومستوى الأمن، وغيرها من الخصائص الأخرى). يتم تصنيف المتطلبات بشكل عام إلى صنفين: متطلبات وظيفية، ومتطلبات جودة. على سبيل المثال، عند تصميم حلول سحابية تعالج معلومات بطاقة ائتمانية عبر شبكة الإنترنت (كخدمة حجز فندق، أو شراء تذكرة سفر)، فإنَّ متطلبات الأعمال لهذه الخدمة تختلف بشكل جذري عن متطلبات أعمال حلول سحابية تقدم معلومات عن أحوال الطقس. وتصحُّ المقارنة لنفس الغرض عند تصميم خدمة سحابية تعالج معلومات حكومية بالغة السرية، وتصميم خدمة سحابية أخرى تعرض معلوماتٍ تخصُّ أخبارَ الرياضة والترفيه.

ينبغي أن تُسيّر تفاصيل متطلبات أعمال المنظمة كلَّ القرارات المهمة ذات العلاقة بتبنّي الحوسبة السحابية عموماً. فيتم تحديد نموذج نشر وإطلاق السحابة (السحابة العامة، والسحابة الخاصة، والسحابة المجتمعية، والسحابة الهجينة)، وتحديد نموذج خدمات الحوسبة السحابية (البنية التحتية كخدمة - IaaS، والمنصة كخدمة - PaaS، والبرمجيات كخدمة - SaaS)، وتحديد الضوابط الأمنية المطلوب أن تصاحب تشغيل الخدمة، بناءً على ما تفرضه احتياجات ومتطلبات الأعمال. على سبيل المثال، عندما يتم تصميم خدمة سحابية (مثل خدمة إدارة علاقات المستفيدين - CRM)، بحيث تسمح متطلبات المستفيد فيها بإمكانية تبادل المعلومات الشخصية عبر واجهة برمجية تربط الموقع الإلكتروني للخدمة مع خدمة سحابية أخرى مجانية (مثل خدمة لينكد إن - LinkedIn، أو خدمة تويتر- Twitter)، يصبح مُبرَّرَاً تبنّي استخدام السحابة العامة. أما عندما يتم تصميم خدمة سحابية تعالج بيانات مالية (مثل: خدمة المطالبات المالية، أو خدمة الاستعلام عن أوامر الدفع)، أو

تعالج بيانات طبية (مثل: خدمة الاستشارات الطبية الشخصية، أو خدمة صرف الوصفات الطبية للمرضى)؛ فإنَّ هناك احتمالية كبيرة جداً أن يطالب المستفيد بتبنّي استخدام السحابة الخاصة حفاظاً على سرية وخصوصية البيانات. أيضاً، عندما يكون هناك توقُّع لوجود زيادة كبيرة أو متقلبة في استخدام موارد الحوسبة (كالخوادم) ولفترة زمنية محدودة، يُنصَح باستخدام نموذج البنية التحتية كخدمة (IaaS). وعند الرغبة في تركيز جهود مطوري التطبيقات على مهام تطوير التطبيقات فقط، وتجنيبهم القيام بمهام اختبارات التطبيقات قبل الشروع في نشر التطبيقات وإطلاقها للاستخدام الفعلي، يُنصَح باستخدام نموذج المنصة كخدمة (PaaS)؛ كونها تتيحُ وسائل ذاتية لإجراء اختبارات على التطبيقات قبل إطلاقها (مثل خدمة Google Stackdriver). وإذا كان النشاط الرئيسي لمنظمة ما هو تقنية المعلومات، فلا يُوصَى أن تقوم بتصميم نظام إلكتروني جديد لخدمة إدارة علاقات العملاء (CRM)، وهي تستطيع الحصول عليه وبتكلفة معقولة كخدمة (SaaS). يتضح من المناقشة السابقة أهمية فهم توقعات ومتطلبات المستفيد في مرحلة مبكرة من تصميم الخدمات السحابية حتى يتم ترجمتها ضمن المكونات البرمجية للخدمة السحابية.



شكل رقم (٩-١): إطار عام لاختيار النموذج أو الخدمة السحابية الأنسب

قبل القفز المباشر إلى اختيار الخدمة السحابية (الأمر الذي يُعتبَر ممارسة خاطئة)، ينبغي أن يكون هناك رؤية واضحة عن ماهية متطلبات الأعمال، وكذلك المتطلبات التقنية التي يمكن أن تدعمها. لذا ينصح مهندسو ومحللو الأعمال بضرورة الحصول على إجابات دقيقة عن كلٍّ من الأسئلة التالية، والتي تساعد كثيراً على تحديد المتطلبات بشكل عام:

- ما هي المشكلة التي يتم السعي إلى حلِّها؟ وما هي أهداف الأعمال ذات العلاقة بالمشكلة المنظورة؟
- مَنْ هم أصحاب المصلحة الذين يحتاجون إلى حل المشكلة؟
- ما هي متطلبات الأعمال والمتطلبات التقنية ومتطلبات الجودة، المرتبطة بالمشكلة المستهدفة؟
- ما هي القيود القانونية ذات العلاقة بالمشكلة؟ وما هي المخاطر؟
- أين سيتم تطبيق الحلول السحابية؟
- متى سيتم تطبيق الحلول السحابية؟ وما هي الميزانية المتاحة؟ وهل يوجد ارتباط أو اعتمادية على مشاريع أو مبادرات أخرى؟
- كيف ستقدِّم المنظمة المستفيدة الخدمة السحابية، مستقلةً أو متكاملةً مع خدمات أخرى؟
- ما مدى جاهزية مزود الخدمة السحابية لتقديم الدعم الفني بعد اقتناء الخدمة؟
- ما مدى جاهزية المستخدم النهائي لاستخدام الخدمة بعد إطلاقها؟

بعد الإجابة عن هذه الأسئلة، تصبح المنظمة المستفيدة في وضع جيد لتحديد متطلبات أعمالها أولاً. ثانياً، يتم إجراء مطابقة وتحليل بين متطلبات الأعمال من جهة، والخصائص والقدرات التي تتيحها النماذج أو الخدمات السحابية من عدة مزودين من جهة ثانية. ثالثاً، يتم اختيار الأنسب من النماذج أو الخدمات السحابية المتاحة، سواء كان ذلك الاختيار لتحديد النموذج الأنسب لعرض الخدمات السحابية المناسبة، أو لتحديد النموذج الأنسب لنشر وإطلاق الخدمات السحابية، أو لتحديد الخدمة السحابية الأنسب من بين مجموعة من الخدمات السحابية المرشحة، يعرض الشكل رقم (٩-١) إطاراً عاماً لاختيار النموذج أو الخدمة السحابية الأنسب.

٢/٢/٩ الممارسات الخاطئة عند نقل التطبيقات إلى البيئة السحابية:

يشير راج دينغرا (Raj Dhingra)، خبير التقنية الافتراضية في الحوسبة السحابية، إلى أنَّ السحابة العامة تتطور بشكل مذهل، حيث إنَّ ميزاتها وخدماتها تتزايد وتُطبَّق بشكل متسارع، وما لا يتم دعمه من خصائص وميزات في عام سابق يصبح متاحاً هذا اليوم. وفي دراسة تقنية مسحية لشركة جي بي مورقان (J. P. Morgan)، أُجريت في مايو ٢٠١٦م، شملت كبار قادة تقنية المعلومات في شركات كبرى، فإنه من المتوقع أن يصل نقل التطبيقات إلى السحابة العامة في عام ٢٠٢٠م إلى ٤١,٦% صعوداً من ١٦,٢% في ٢٠١٦م. هذا التحول الكبير من البيئة التقليدية المحلية في مراكز البيانات إلى السحابة العامة قد يجلب معه العديدَ من التحديات التي تتعلق بشكل كبير بمدى قابلية التطبيقات المنقولة للتكيّف مع خصائص بيئة الحوسبة السحابية.

هناك اعتقاد سائد لدى البعض أنَّ عملية نقل تطبيقات الأعمال القائمة من مراكز بيانات محلية إلى السحابة هي عملية سهلة، وتتم دون وجود عوائق تقنية. في الواقع العملي فإنَّ عكس هذا الاعتقاد هو الصحيح، إذ إنَّ القليل من هذه التطبيقات القائمة تصلح أن تنتقل إلى السحابة بنفس تركيبتها ومكوناتها. لذا فإنَّ معظم التطبيقات التقليدية المحلية، والتي تمَّ تصميمها لتعمل في بيئة محلية غير موزَّعة، لا يمكن أن تعمل في البيئة السحابية بشكل مباشر بمجرد نقلها، ما لم يتم تكييفها أو إضافة مكونات أخرى مساندة لها.

بشكل عام، هناك أربعة أنواع من التطبيقات البرمجية التي تواجه تحديات عِدَة عند نقلها إلى السحابة، وفي بعض الأحيان لا يمكن تشغيلها على السحابة، وهذه الأنواع هي:

١- التطبيقات التي يرتبط تشغيلها بتجهيزات مادية معينة أو بنظام تشغيل محدد:

غالباً ما يعتمد تشغيل معظم التطبيقات المطوّرة محلياً على تجهيزات مادية معينة، فلا يمكن لهذه لتطبيقات أن تعمل بشكل صحيح إذا تمَّ فصلها عن بيئتها المادية المرتبطة بها. ومن الأمثلة على هذا النوع من التطبيقات ما يلي:

- تطبيقات تعمل وتعتمد على أنظمة وتجهيزات مادية مخصصة، مثل:
  - أوراكل إكساداتا (Oracle Exadata)، وهي عبارة عن برمجية خادم قواعد بيانات لتشغيل برمجية قواعد البيانات أوراكل.

- أوراكل إكساليتكس (Oracle Exalytics)، وهي عبارة برمجية توظِّف التجهيزات المادية وتطبيقات ذكاء الأعمال وتقنية قواعد البيانات للقيام بتحليل البيانات.
- أوراكل إكسالوجيك (Oracle Exalogic)، وهو جهاز حاسوبي مجهَّز مسبقاً بنظام تشغيل سولاري (Solaris) أو لينكس (Linux) ليعمل كخادم تطبيقات موزَّعة.

o التطبيقات التي تعمل على الحاسبات المركزية (mainframes)، إذ ينبغي أن يتم تحديثها وتعديل مكوناتها الداخلية حتى تصبح متوافقةً مع البيئة السحابية.

o التطبيقات التي يعتمد تشغيلها على جهاز مادي محدد، مثل جهاز الماسح الضوئي الذي يرتبط تشغيله بعنوان شبكي محدد (MAC address)، أو التطبيقات التي تتطلب معرّفات خاصة لتجهيزات مادية معينة، حيث لا يتم دعم هذه المعرّفات في البيئة الافتراضية السحابية، ومن ثَمَّ لا يمكن تشغيلها.

o التطبيقات التي تتطلب أداةً خاصة لتشغيلها (مثل: موازن الأحمال، أو مكتشف التطفل IDS)، حيث ينبغي للمستفيد التنسيق مع مزود الخدمة للتأكد من وجود البديل المناسب الذي يمكن تشغيله على البيئة الافتراضية السحابية.

حتى وإن كانت التطبيقات المذكورة أعلاه غير قابلة للاستضافة على السحابة بداعي الاعتمادية على تجهيزات مخصصة، ينبغي للمستفيد استقصاء مورِّد الأجهزة المعنية؛ للتأكد ما إذا كان لديه إصدارات برمجية خاصة ومتوافقة مع البيئة السحابية.

إضافةً إلى التطبيقات أعلاه، هناك نوعٌ آخر من التطبيقات يرتبط تشغيلها مع أنظمة تشغيل خاصة، مثل التطبيق الرسومي مايكروسوفت فيزيو (MS Visio) الذي يرتبط تشغيله بنظام التشغيل ويندوز (Windows). هذا النوع من التطبيقات قد يتعذر تشغيلها على السحابة ما لم يتح مالك التطبيق نسخةً مرنةً تستطيع العمل مع أنظمة تشغيل أخرى. هناك تطبيق رسومي آخر مشابه لتطبيق فيزيو وهو مفتوح المصدر

واسمه (Dia)، يستطيع العمل مع جميع أنظمة التشغيل الرئيسية، مثل: يونكس، ولينكس، وويندوز، وهو متاح كخدمة سحابية على السحابة.

٢- التطبيقات الحساسة لوقت الاستجابة:

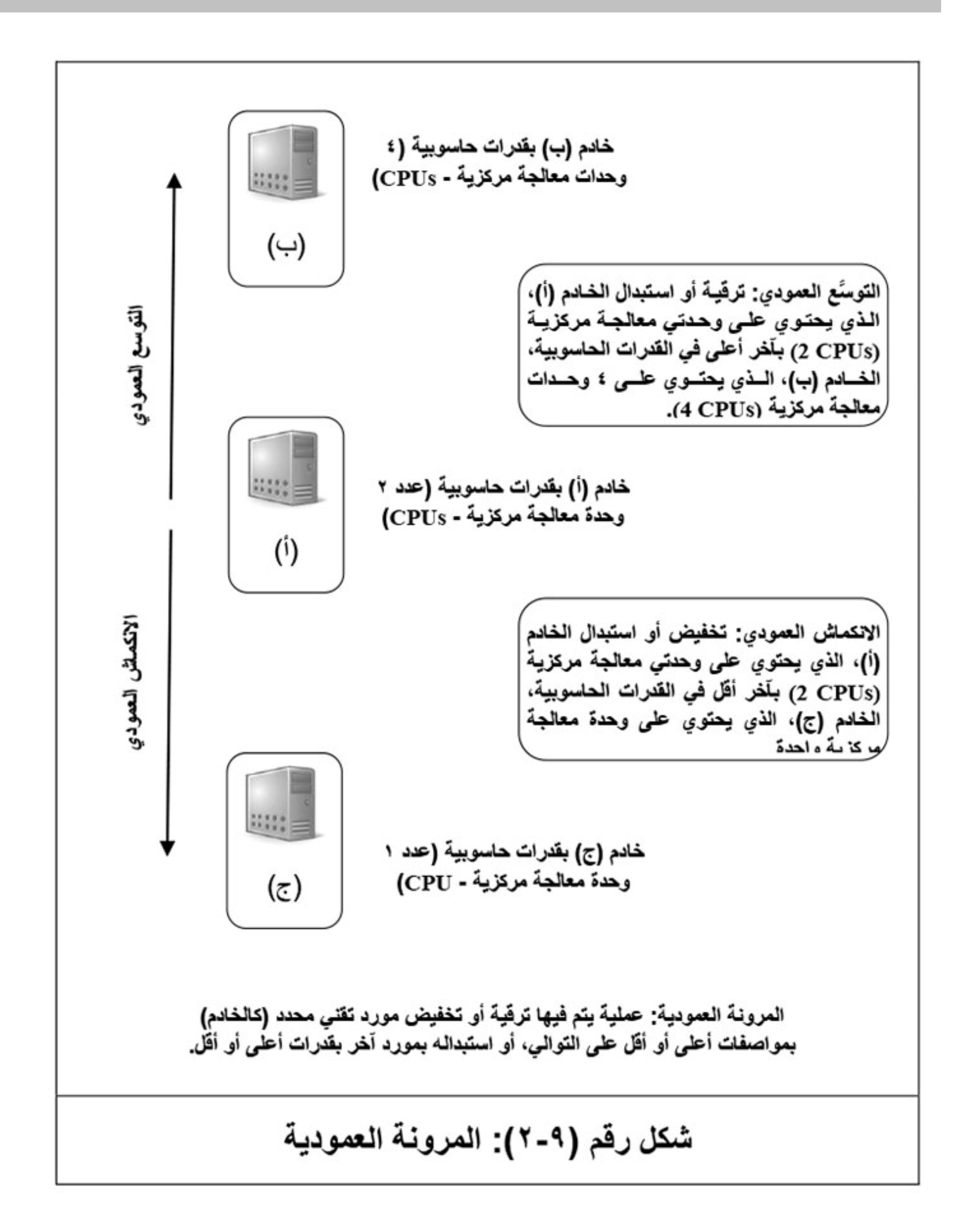
وقت الاستجابة هو الفرق الزمني بين إرسال الطلبات (المدخلات) واستقبال الردود (المخرجات)، أما التطبيقات الحساسة لوقت الاستجابة فهي التطبيقات التي تتطلب طبيعتها الحصول على الردود بشكل سريع. على سبيل المثال، لا يُعتبَر تطبيق البريد الإلكتروني حساساً لوقت الاستجابة؛ كون الأولوية لهذا التطبيق تكمن في ضمان وصول الرسالة المرسلَة وليس في الفترة الزمنية المستغرقَة لإرسال الرسالة (في هذه الحالة، قد لا يكون هناك فرق عملي بين إرسالها خلال ثانية واحدة أو ثلاث ثوان). من ناحية أخرى، فإنَّ تطبيقات المحادثات الصوتية عبر شبكة الإنترنت، وتُسمَّى (Voice over IP)، هي تطبيقات حساسة لوقت الاستجابة؛ لأن الرسالة الصوتية تصبح غير مفيدة في حال تأخُّرها عن الوصول إلى الهدف بأكثر من ($\frac{150}{1000}$) ثانية لتأثير ذلك على جودة الصوت، ومن ثَمَّ حدوث انقطاعات في المحادثة الصوتية. من المحتمل أن يكون أداء هذا النوع من التطبيقات سيئاً على السحابة، وبالتالي يُنصَح بعدم نقله إلى السحابة. ويعود السبب في ذلك إلى أنَّ التطبيقات الحساسة لوقت الاستجابة تمَّ تصميمها لتعمل على بيئة تقنية غير موزَّعة على نطاق واسع كما هو الحال في البيئة المحلية؛ لذا من المتوقع أنَّ يؤدي تشغيلها على السحابة إلى زيادة التأخير في تنفيذ الطلبات، الأمر الذي يعني انخفاضاً في رضا مستخدم التطبيق. بشكل عام، يُوصى أن يسبق عملية نقل التطبيق إلى السحابة عمل الاختبارات اللازمة لقياس وقت استجابة التطبيق ذهاباً من مركز بيانات السحابة ووصولاً إلى مستخدم التطبيق؛ لضمان المحافظة على مستوى مُرضٍ للمستخدم.

٣- التطبيقات غير المرنة:

تشير إحدى الخصائص الرئيسية للحوسبة السحابية إلى أنَّ تطبيقاتها (أو خدماتها) يجب أن تكون ذات مرونة سريعة في تخصيص وتحرير الموارد، كما يجب أن يظهر لهذه التطبيقات أنَّ الموارد السحابية (كالسعة التخزينية) متاحة بشكل مطلق وغير محدودة في القدرات أو الأحجام أو السرعات، ومن ثَمَّ يمكن لهذه التطبيقات التوسُّع والانكماش في القدرات التقنية حسب احتياج المستفيد. بينما في البيئة التقليدية المحلية، يتم تصميم التطبيقات في الغالب بحيث لا يمكنها التوسُّع والانكماش في الموارد التقنية

تلقائياً إلا باستبدال أو ترقية تلك الموارد، الأمر الذي يتطلب إيقاف تشغيل التطبيق مؤقتاً؛ لذا تُسمَّى بالتطبيقات غير المرنة.

عند حاجة التطبيقات المطوَّرة محلياً إلى التعامل مع أحجام عمل متغيرة (زيادةً أو انخفاضاً)، يتم تطبيق مبدأ المرونة العمودية (vertical scaling) عليها. وتُعرَف المرونة العمودية بأنها عملية يتم فيها ترقية أو تخفيض مورد تقني محدَّد (كالخادم) بمواصفات أعلى أو أقل على التوالي، أو استبداله بمورد آخر بقدرات أعلى أو أقل، انظر الشكل رقم (٩-٢). وبالتحديد، عند ترقية مورد تقني محدد بمواصفات أعلى، أو استبداله بمورد آخر ولكن بقدرات أعلى من المورد السابق، تُسمَّى هذه العملية بالتوسُّع العمودي (scaling up)، وعندما يتم تخفيض مورد تقني محدد بمواصفات أقل، أو استبداله بمورد آخر ولكن بقدرات أقل من المورد السابق، تُسمَّى هذه العملية بالانكماش العمود (scaling down). لا يتطلب إجراء المرونة العمودية في البيئة التقليدية المحلية أن يتم تكييف التطبيقات عن طريق تعديل تعليماتها البرمجية، بل يتطلب فقط تعديل إعداداتها وإعدادات الموارد التقنية الأخرى المرتبطة بها؛ لتمكينها من الاستفادة من الإمكانات الجديدة للمورد الجديد المُرقَّى أو المُستبدَل به. عند نقل التطبيقات غير المرنة إلى البيئة السحابية، فلا بُدَّ من إجراء تعديلات كبيرة عليها لإزالة اعتماديتها على الموارد التقنية المرتبطة بها محلياً، وإعادة تصميمها حتى تصبح تطبيقات مرنة تستطيع التعامل مع أحجام عمل متغيرة. تجدر الإشارة إلى أنه ليس شائعاً تطبيق مبدأ المرونة العمودية في البيئة السحابية؛ نظراً للحاجة إلى التوقف عن العمل عند القيام بعملية ترقية أو استبدال الموارد، الأمر الذي يسعى مزود الخدمة السحابية إلى تفاديه مراعاةً للحفاظ على مستوى إتاحة عالٍ.

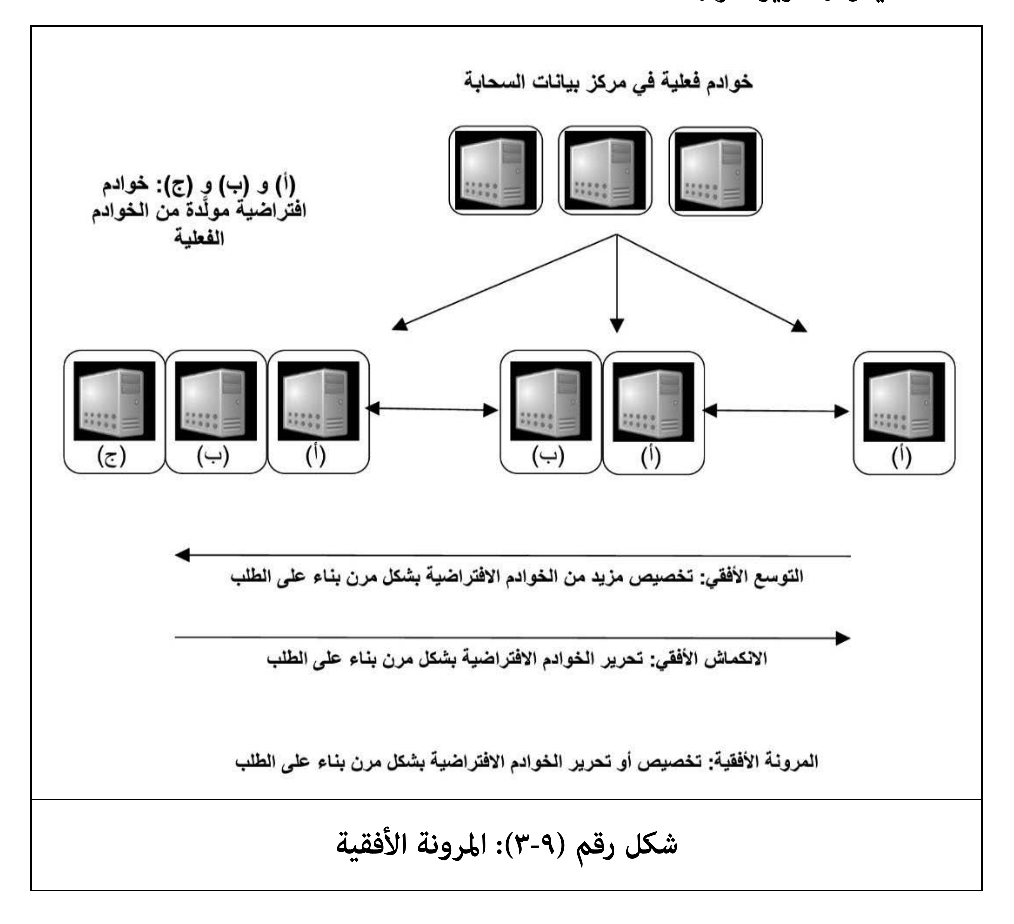


شكل رقم (٩-٢): المرونة العمودية

أما في البيئة السحابية، فيتم تطبيق مبدأ المرونة الأفقية (horizontal scaling) ليتم تمكين التطبيقات السحابية من التعامل مع أحجام عمل متغيرة (زيادةً أو انخفاضاً)

من خلال تخصيص أو تحرير مورد سحابي من نفس النوع (كالخادم)، انظر الشكل رقم (٩-٣). وبالتحديد، عندما تخصيص مورد تقني إضافي ليتم استخدامه من قِبَل التطبيق السحابي، تُسمَّى هذه العملية بالتوسُّع الأفقي (scaling out)، وعندما يتم تحرير مورد تقني ليتم إيقاف استخدامه من قِبَل التطبيق السحابي، تُسمَّى هذه العملية بالانكماش الأفقي (scaling in).

بشكل عام، إذا لم تكن المرونة دافعاً أو سبباً رئيسياً لنقل التطبيقات إلى السحابة، فإنه يُوصَى أن يتم الإبقاء على التطبيق المطوَّر محلياً في بيئته الداخلية، وألا يتم نقله إلى السحابة لانتفاء الاستفادة من خاصية أساسية للحوسبة السحابية، وهي المرونة في تخصيص وتحرير الموارد.



شكل رقم (٩-٣): المرونة الأفقية

٤- التطبيقات الحافِظَة:

بظهور الحوسبة السحابية، برز استخدام ما يُسمَّى بالتطبيقات المُجرَّدَة (stateless applications)، وهي التطبيقات التي لا تحتفظ بشكل دائم ببيانات المستخدم المولَّدة خلال الجلسة الواحدة (الجلسة هي الفترة التي يتمُّ فيها تشغيل التطبيق ابتداءً من ورود طلب المستخدم). وفي كل مرة يتم فتح جلسة تطبيق جديدة (أي ورود طلب جديد من المستخدم)، يتم التعامل مع الطلب وكأنه يأتي لأول مرة، وبالتالي لا تعتمد مخرجات كل طلب جديد على البيانات من جلسة سابقة. وعلى النقيض من ذلك، فإنَّ التطبيقات الحافِظَة (stateful applications) تحتفظ ببيانات المستخدم في كل جلسة، ويتم استخدامها في كل مرة يَرِدُ طلبٌ من المستخدم. يجدر بالذكر أنَّ المقصود ببيانات المستخدم المولَّدة خلال الجلسة الواحدة هي البيانات المتعلقة بعمل بروتوكول (HTTP)؛ كرقم الجلسة، وعنوان المصدر، وعنوان الهدف، ونوع المتصفح المستخدَم، وبيانات عناصر النماذج المعبَّأة في المتصفح (إن وُجِدَت)، إلخ.

تُعتبَر كل التطبيقات السحابية تطبيقاتٍ مُجردةً. وعندما يكون التطبيق مُجرداً لا يقوم الخادم بحفظ أي حالة أو بيانات عن جلسة المستخدم، وبدلاً عن ذلك يتم تخزين بيانات الجلسة في جهاز العميل على هيئة ملف تعريف ارتباط (cookie)، ويتم تمريرها إلى الخادم عند الحاجة. ينبغي أخذ هذا الأسلوب بعين الاعتبار عند تطوير التطبيقات السحابية بدون اتصال بالإنترنت، حيث يتم حفظ البيانات محلياً لدى العميل، وعند عودة الاتصال بالإنترنت يتم تحميل البيانات إلى الخادم السحابي. يساعد توظيف هذا الأسلوب في التطوير على تحقيق عدة فوائد تتماشى مع خصائص الحوسبة السحابية، وأهمها تحقيق استقلالية التطبيقات السحابية عن البنية التحتية التقنية في السحابة. كما يساعد هذا الأسلوب على تطبيق مبدأ المرونة الأفقية، انظر الشكل رقم (٩-٣)؛ مما يُمكِّن التطبيقات من التعامل مع أحجام عمل متغيرة من خلال تخصيص أو تحرير الموارد السحابية بمرونة عالية. وفي حال تعطُّل تشغيل التطبيق لأي سبب من الأسباب، يصبح من السهل إعادة تشغيل نسخة مكررة منه دون وجود حاجة للقلق على بيانات مفقودة؛ لأنها متواجدة في جهاز العميل وليست في جهة التطبيق المتعطل. وأخيراً، فإنَّ تطبيق مبدأ التطبيقات المُجردة يسهم في تسهيل عملية التكامل بين التطبيقات من خلال إمكانية إيصال تطبيق بتطبيق آخر باستخدام واجهة تطبيقات برمجية (API) مناسبة.

وبما أنَّ معظم التطبيقات المطورة في البيئة التقليدية المحلية هي تطبيقات حافِظَة، إذ قد ترتبط بتصميمات ثابتة لوسائط تخزينية مشتركة (مثل تطبيق أوراكل راك – Oracle RAC) أو قد تستخدم خاصية البث المتعدد (multicast) من خلال الشبكة للتواصل مع تطبيقات أخرى، مثل تطبيق ويب لوجيك (Weblogic)؛ فإنَّ نقل هذا النوع من التطبيقات مباشرةً إلى السحابة سيؤدي إلى توقف عملها، ولن تتمكن من الانتفاع من الخصائص التي تتيحها الحوسبة السحابية. يحتاج هذا النوع من التطبيقات إلى عمل تغييرات كبيرة في مكوناتها لتحويلها من تطبيقات حافظة إلى تطبيقات مجردة.

وبشكل مختصر، ينبغي للمستفيد أولاً تحديد الدوافع وراء نقل التطبيقات المحلية من البيئة التقليدية إلى البيئة السحابية، وأيضاً تحديد مدى قابليتها للتكيف مع الخصائص الخمس للحوسبة السحابية (ذاتية وحسب الطلب، وذات وصول واسع للشبكة، ومرنة، وذات تجمُّع واسع من الموارد، وقابلة للقياس). هناك بعض التطبيقات غير المرشحة للنقل المباشر إلى السحابة ما لم يتم تكييفها بتعديل مكوناتها الداخلية أو إضافة مكونات أخرى مساندة لها. وهذه التطبيقات هي تلك التي يرتبط تشغيلها بتجهيزات مادية معينة أو بنظام تشغيل محدد، والتطبيقات الحساسة لوقت الاستجابة، والتطبيقات غير المرنة، والتطبيقات الحافِظَة. من خلال هذه التطبيقات، يمكن للمستفيد تقدير حجم العمل المطلوب لتكييفها مع البيئة السحابية واتخاذ القرار المناسب حيال ذلك، أو يكون الخيار متاحاً باستبدالها بشكل كامل من خلال التطوير الداخلي أو اقتناء الخدمات السحابية الجاهزة.

٣/٢/٩ رفع سقف التوقعات:

صَاحَبَ ظهور الحوسبة السحابية بروز العديد من الأمثلة اللامعة لمنظمات وظَّفت تقنية الحوسبة السحابية بشكل مثالي بما يتلاءم مع احتياجات أعمالها، فحققت قفزات هائلة اقتصادياً، من خلال تخفيض تكاليف التشغيل والوصول السهل والسريع إلى شرائح واسعة من العملاء، وتقنياً، من خلال التوظيف الأمثل لإمكانات وخصائص الحوسبة السحابية. ويأتي على رأس هذه المنظمات: فيسبوك (Facebook)، وأمازون (Amazon)، وقوقل (Google)، ومايكروسوفت (Micosoft)، وزيروكس (Xerox)، ونتفليكس (Netflix)، وأكتيف فيديو (ActiveVideo)، بالإضافة إلى العديد من الأمثلة الناجحة الأخرى. وتتمثل أهم أسباب بروز تلك المنظمات في القدرة على تكييف الأعمال وقدرات

الحوسبة السحابية بما يتناسب مع متطلبات العملاء (نتفليكس)، والمرونة في تحديد التكاليف المادية لاستخدام خدمات الحوسبة السحابية (أمازون، وقوقل، ومايكروسوفت)، والتكيّف مع معطيات السوق لتقديم الخدمة (أكتيف فيديو)، وإخفاء التعقيدات المرتبطة بتقديم الخدمة من أجل وصول المستخدم بسهولة (زيروكس). شكلت قصص نجاح هذه المنظمات مثالاً جاذباً للعديد من المنظمات الأخرى، كبيرة كانت أو متوسطة أو صغيرة، وبالتالي رَفْع سقف التوقعات للحصول على نتائج ومخرجات تشابه نظيرتها لتلك المنظمات الناجحة، الأمر الذي في الغالب لن يتحقق لسبب بسيط؛ يتمثل في أنَّ وضع التوقعات لمخرجات الحوسبة السحابية ينبغي أن يتم بناءً على احتياجات أعمال المنظمة بدعم من الحوسبة السحابية وتوظيف منطقي لخصائصها ومميزاتها، وليس بناءً على ما حققته المنظمات الناجحة الأخرى. لا تشكل الحوسبة السحابية إلا جزءًا واحداً فقط من عدة أجزاء ساهمت في تحقيق نجاح تلك المنظمات، في حين يكمن الجزء الأكبر والأهم في وضع الرؤى والخطط المناسبة، وفي استقطاب وتوظيف المهارات والقدرات الكامنة في الموارد البشرية، وفي القدرة والإصرار على تنفيذ تلك الرؤى والخطط. ليس ذلك فحسب، بل ينبغي أن يصاحب عملية التنفيذ عمليات لا تقل أهمية؛ كالتقييم والمراقبة والمتابعة المستمرة. يؤدي الإخلال في القيام بهذه المهام إلى عواقب مكلفة مادياً ومعنوياً. على سبيل المثال، وفي عام ٢٠١١م، حدث اختراق كبير لبيانات شركة إبسيلون (Epsilon). وإبسيلون هي شركة تسويق وسيطة وعالمية تقدم خدماتها السحابية (SaaS) بالتعاون مع أمازون كمزود خدمة تحتية تقنية (IaaS) لشركات كبرى، مثل: ديل (Dell)، وهيلتون، وماريوت، وريتز كارلتون، وديزني، ودانكن دوناتس، من خلال استضافة قاعدة بيانات كبيرة تضمُّ عناوين البريد الإلكتروني لعدد كبير من العملاء، بحيث يتم تسويق منتجات الشركات الكبرى بالوصول الذكي إلى العملاء حسب تقسيم شرائحهم وتوجهاتهم. وبحسب تقديرات شركة سايبرفاكتورز (CyberFactors)-شركة متخصصة في دعم القرار وتقييم المخاطر التقنية الأمنية-بلغت التكلفة المادية لاختراق قاعدة البيانات ما يقارب ٢٢٥ مليون دولار أمريكي. امتد أثر هذا الاختراق ليشمل ٧٥ شركة، نسبة تمثل ٣% من عملاء إبسيلون، كما تمَّ تحديد ما يقارب ٦٠ مليون بريد إلكتروني تسربت في هذه الحادثة. أشار تقرير شركة سايبرفاكتورز في تحليلها لهذه الحادثة إلى أنَّ الإهمال في المراقبة والمتابعة وتقييم المخاطر المصاحبة لتشغيل الخدمة السحابية كان سبباً رئيسياً لحدوث هذا الاختراق.

جدول رقم (٩-١): توقعات، وممارسات المستفيد، والنتائج المتوقعة، والحلول المقترحة

رقم	توقع المستفيد	ممارسة المستفيد	النتيجة المتوقعة	الحلول المقترحة
١	خفض تكاليف تشغيل الخدمة السحابية.	بينما يتم مراقبة أداء الخدمة السحابية من خلال مؤشرات أداء لقياس الأداء التقني، لا يتم تضمين مؤشرات لمتابعة التكاليف المالية.	ارتفاع التكاليف المالية.	إيجاد نموذج عملي يوضح التكاليف المالية قبل إطلاق الخدمة السحابية وتعريف مؤشرات أداء لمراقبة هذه التكاليف. ويُوصَى بتقسيم تكاليف استخدام الخدمة حسب استخدام الأفراد أو الإدارات. كما ينبغي استخدام أداة قياس آلية ضمن نطاق الحل السحابي الشامل لتسهيل عملية المتابعة والمراقبة.
٢	مخرجات تخدم المستخدمين المعنيين في المنظمة المستفيدة.	تفويض المتخصصين في تقنية المعلومات فقط لاتخاذ قرار تبنّي استخدام الخدمة السحابية.	انخفاض مستوى رضا المستخدمين المعنيين.	توسيع نطاق تمثيل المنظمة في اتخاذ قرار تبنّي استخدام الخدمة السحابية ليشمل المستخدمين المعنيين.
٣	سدّ احتياجات أعمال الإدارات في المنظمة المستفيدة.	الانجذاب لخصائص ومميزات الحوسبة السحابية، دون مواءمتها مع احتياجات الأعمال، ودون استقصاء المميزات التي يحتاجها المستخدمون لزيادة إنتاجيتهم.	ثبات أو انخفاض إنتاجية المستخدمين، وخلق فجوة عمل بين المستخدمين والخدمة السحابية، الأمر الذي يؤدي إلى ارتفاع فاتورة التكاليف.	وضع خطة واضحة لتبنّي الخدمة السحابية للوصول إلى فهم عميق لاحتياجات الأعمال، وإشراك المستخدمين في تحديد احتياجاتهم من الخدمة السحابية، وتحديد أدوارهم وأعدادهم، والتعرف على توقعاتهم فيما ستقدمه الخدمة السحابية لهم.

رقم	توقع المستفيد	ممارسة المستفيد	النتيجة المتوقعة	الحلول المقترحة
٤	الحصول على فوائد جمَّة، وتحقيق النجاح باستخدام الخدمات السحابية.	استخدام مقاييس خاطئة لقياس النجاح، من خلال قياس مميزات الخدمة السحابية، وتجاهل قياس الفوائد الفعلية.	إذا لم يكن هناك طريقة لقياس الفوائد المرجوة، فمن المستحيل قياس النجاح من استخدام الخدمة السحابية.	استخدام مقاييس صحيحة لقياس النجاح، من خلال تحديد مؤشرات أداء مناسبة لقياس إنتاجية كل نطاق عمل على حِدَة، كتحديد عدد أو حجم أو نسبة المخرجات.
٥	تحقيق الموازنة بين مستويات الاستخدام المتوقعة والموارد السحابية المطلوبة.	تحديد الموارد السحابية المطلوبة بناءً على مستويات الاستخدام الحالية، وتجاهل الطبيعة الديناميكية والموسمية لاحتياجات الأعمال.	عدم كفاية الموارد السحابية المطلوبة مسبقاً، والاستمرار في التوسُّع في طلب الموارد، وارتفاع التكاليف المالية.	تحديد الاحتياج من الموارد السحابية على مستوى تفصيلي لكل الإدارات المعنية، والنظر في مستويات الاستخدام على مستوى زمني يمتد على الأقل لمدة سنة كاملة للتعرف على الاحتياجات الموسمية، ويُفضَّل بناء نموذج رسومي يوضح اتجاهات مستويات الاستخدام عبر فترة زمنية لا تقل عن سنة.
٦	تشغيل سلس وآمن للخدمة السحابية.	إغفال القيام بمهام المراقبة والمتابعة والتقييم أثناء تشغيل الخدمة السحابية.	ارتفاع مستويات الأعباء على الخدمة، أو حدوث اختراقات أمنية، أو توقف الخدمة عن العمل.	فهم عميق للمهام والمسؤوليات المنوطة بالمستفيد من خلال اتفاقية مستوى الخدمة (SLA)، والالتزام بتنفيذ هذه المهام حسب نموذج الخدمة المستخدَم (IaaS, PaaS, SaaS).

تشير أغلب الدراسات والتقارير الدورية (قارتنر، فبراير ٢٠١٧، وأكتوبر ٢٠١٧) إلى ضرورة التأكيد على أنَّ مسؤولية اتخاذ القرارات بكل ما يتعلق بالخدمات السحابية في المنظمة المستفيدة ينبغي ألا يقتصر على المتخصصين في تقنية المعلومات فقط ولا على المسؤولين عن إدارة الأعمال فقط؛ بل يجب أن تشمل المسؤولية ممثلين عن جميع الأطراف المعنية في المنظمة المستفيدة. قد يؤدي اقتصار هذا الأمر على عدد محدود جداً من الأفراد إلى قصور في المعلومات والفهم، وبالتالي حدوث خيبة أمل لتوقعات المستفيد.

بشكل عام، يحدث الاختلال في تحقيق توقعات المستفيد عند وجود فجوة عملية تفصل بين ما يتوقعه المستفيد من الحوسبة السحابة، وما يحصل عليه فعلياً على أرض الواقع. يوضح الجدول رقم (٩-١) استعراضاً لأبرز توقعات المستفيد من الخدمات السحابية (خفض تكاليف تشغيل الخدمة السحابية، وتحقيق مخرجات تخدم المستخدمين المعنيين في المنظمة المستفيدة، وسدّ احتياجات أعمال الإدارات في المنظمة المستفيدة، والحصول على فوائد جمَّة وتحقيق النجاح باستخدام الخدمات السحابية، وتحقيق الموازنة بين مستويات الاستخدام المتوقعة والموارد السحابية المطلوبة، وتشغيل سلس وآمن للخدمة السحابية)، وكذلك استعراض لممارسات المستفيد حيال هذه التوقعات، والنتائج المتوقعة كمخرجات مبنية على ممارسات المستفيد، وأخيراً الحلول المقترحة لردم الفجوة بين توقعات المستفيد والمخرجات الفعلية.

٤/٢/٩ تضخيم المخاطر الأمنية عن الحوسبة السحابية:

في يونيو ٢٠١٧م، استطاعت شركة آب قارد (Up Guard) المتخصصة في إدارة مخاطر أمن المعلومات، اكتشاف أكبر عملية تسرُّب لبشيانات الناخبين في تاريخ الولايات المتحدة الأمريكية، حيث تمَّ تسريب ١,١ تيرابايت (١ تيرابايت = ١٠٢٤ جيجابايت)، تمثل بيانات ١٩٨ مليون ناخب أمريكي مخزنة على خدمة التخزين السحابية أمازون إس ٣ (AWS S3). يقوم على استخدام الخدمة السحابية شركة ديب روت أناليتيكس (Deep Root Analytics)، وهي شركة تابعة للحزب الوطني الجمهوري (RNC). بعد التدقيق والمراجعة، اتضح أن عدم قيام الشركة المستفيدة، ديب روت أناليتيكس، بتهيئة قاعدة البيانات بالشكل الصحيح أدَّى إلى وجود قصور في حماية البيانات من النفاذ غير المشروع؛ لذا استطاع كل شخص لديه اتصال إنترنت في حينها من الوصول إلى بيانات الناخبين. تلك البيانات استخدمها أيضاً الحزب الوطني الجمهوري لدعم مرشح الرئاسة في حينها، دونالد ترامب، للفوز بالانتخابات الرئاسية الأمريكية في نوفمبر ٢٠١٦م. وفي سبتمبر ٢٠١٧م، أعلنت شركة إكويفاكس (Equifax)، واحدة من أكبر أربع وكالات دولية لتقديم خدمات التقارير الائتمانية عن العملاء، ومقرها في أتلانتا - جورجيا - الولايات المتحدة الأمريكية، أنه تمَّ اختراق قاعدة بياناتها التي تضمُّ ١٤٣ مليون سجل ائتماني ومعلومات شخصية عن العملاء في الولايات المتحدة الأمريكية، إضافةً إلى عدد غير معروف من السجلات لعملاء من كندا وبريطانيا. اتضح فيما بعد أنَّ مخترقي قاعدة البيانات استغلوا وجود ثغرة أمنية في أداة أباتشي ستروتس (Apache Strust) التي تُستخدَم مع تطبيقات الويب على خادم الويب. نتيجةً لذلك، تمكَّن المخترقون من الوصول إلى بعض الملفات والمعلومات التي تخصُّ تطبيق

إكويفاكس لتسوية المنازعات، والتي تحتوي بيانات رئيسية، مثل: أسماء العملاء، وأرقام الضمان الاجتماعي، والعناوين، وتواريخ الميلاد، وأرقام رخص القيادة، وأرقام بطاقات الائتمان. على الرغم من أنَّ التطبيق وقاعدة البيانات مستضافان في سحابة خاصة داخل مركز بيانات الشركة، وكذلك وجود عِلْم لدى الشركة مسبقاً بوجود الثغرة الأمنية قبل أن يتم الاختراق، إلا أن التقاعس في إجراء التحديثات اللازمة لبرمجية أباتشي ستروتس أدى إلى حدوث الاختراق. يذكر ديفيد لينثيكوم (David Linthicum)، الخبير في مجال الحوسبة السحابية لدى شركة إتش بي (HP)، أن هذا الاختراق ما كان ليحدث في السحابة؛ كون الإجراءات لدى مزودي الخدمات السحابية أكثر صرامةً في سد الثغرات عموماً والأمنية منها خصوصاً، وبشكل استباقي، وفي إصلاح الأخطاء حين حدوثها بشكل سريع، مقارنةً بالتفاعل غير المقبول من لدن إدارة تقنية المعلومات في شركة إكويفاكس. وتشير شركة سي آر إن (www.crn.com) المتخصصة في أخبار تقنية المعلومات، وفي العدد الصادر في أغسطس ٢٠١٧م، إلى أنَّ معظم الاختراقات الأمنية خلال النصف الأول من عام ٢٠١٧م تعود إلى سوء عمل الإعدادات اللازمة لخوادم الويب، أو لعدم تبنّي الضوابط الأمنية للخوادم السحابية، أو لسوء تطبيقها. وفي تقريرها الدوري عن الحوسبة السحابية الصادر في أكتوبر ٢٠١٥م، أشارت شركة قارتنر الاستشارية، (www.gartner.com) إلى أنَّ إحدى الصور النمطية المغلوطة عن السحابة أنها أقل أماناً من القدرات الداخلية لمراكز البيانات الخاصة، حيث إنَّ هذا المنظور يرتكز في الأساس على مسألة الثقة في السحابة أكثر من أن يكون مرتكزاً على تحليل منطقي للقدرات الأمنية الفعلية المتاحة في السحابة. ويؤكد ذلك أنَّ الغالبية من الاختراقات الأمنية المسجلة والمعروفة قد حدثت في بيئات مراكز البيانات الخاصة، مع وجود نسبة أقل من الاختراقات تحدث على السحابة.

بالرغم من الفائدة الاسترشادية لمعلومات هذه التقارير، إلا أنه من الصعب الحصول على إحصائية دقيقة تحدِّد أيهما أكثر عرضةً للاختراقات الأمنية، خوادم السحابة أم خوادم مركز البيانات الخاص بالمنظمة؛ لعدة أسباب، أهمها: عدم إمكانية حَصْر جميع الاختراقات الأمنية التي وقعت، وصعوبة إجراء دراسة مسحية دقيقة للحصول على الإحصائية المطلوبة، لكن من الممكن أخذ كل واقعة اختراق منشورة ومعروفة على حِدَة ثم محاولة استنباط الدروس المستفادة منها. لذا أجرى معهد إنفوسيك (InfoSec) المتخصص في تدريب أمن المعلومات (resources.infosecinstitute.com)، دراسة شملت ست وقائع اختراقات مُعلَنة بين الأعوام ٢٠١٠م و٢٠١٥م. وخلُصَت الدراسة إلى أنه بغض النظر عن الاستضافة

محليةً كانت أو على السحابة، فإنَّ الأهم هو الالتزام بالسياسات والإجراءات الأمنية؛ كتطبيق التشفير والتحكم في الوصول والتدوين والمراقبة من قِبَل المُستضيف، وتطبيق الضوابط والإجراءات والإعدادات الأمنية اللازمة لحماية الموارد التقنية ليس فقط من الاختراقات غير المشروعة، وإنما أيضاً من الأخطاء البشرية من القائمين على أمن المعلومات.

ولغرض التعرف على وجهة نظر المشرفين والمتخصصين في تقنية المعلومات تجاه المخاطر الأمنية في الحوسبة السحابية والجاهزية للتحوُّل إلى السحابة، تمَّ الاطلاع على عدة دراسات مسحية في هذا الشأن، وكان من أبرزها الدراسة المسحية التي قامت بها شركة إنتل سكيوريتي (Intel Security) المملوكة لشركة ماكافي (McAfee). حيث قامت الشركة في سبتمبر ٢٠١٦م بدراسة شملت ما يزيد عن ٢٠٠٠ متخصص في تقنية المعلومات من شريحة واسعة من المنظمات في قطاعات متعددة، ومن ١٢ دولة حول العالم، بغرض التعرف على الوضع الراهن لتبنّي الحوسبة السحابية، وتوصلت الدراسة بشكل رئيسي ومقتضب إلى النتائج التالية:

- ٩٣% من المنظمات المشاركة في الدراسة المسحية تستخدم الخدمات السحابية، إما على شكل خدمات (SaaS) أو (IaaS) أو (PaaS).
- عزا ٤٩% من المشاركين في الدراسة بطء تبنّي الحلول السحابية إلى القصور في وجود المهارات المتخصصة في أمن المعلومات بشكل عام، وأمن السحابة بشكل خاص.
- تقوم ٦٢% من المنظمات بتخزين معلومات العملاء الشخصية على سحابات عامة.
- لا تزال التطبيقات السحابية تشكل هدفاً للهجمات السحابية، ويشير ٥٢% من المشاركين إلى أنَّهم تتبعوا أضرار الإصابة بالهجمات بعد وقوعها على تطبيقاتهم المستضافة على (SaaS).

من خلال استعراض نتائج هذه الدراسة والدراسات السابقة، يتضح أنه لا زال هناك فريق يعتقد بأن الحوسبة السحابية عبارة عن تقنية غير آمنة، ولا يمكن تخزين البيانات على السحابة العامة بأي حال من الأحوال، كما أنَّ هناك فريقاً آخر انتقل فعلياً إلى السحابة، ويعتقد أنَّ مسؤولية أمن موارده التقنية أياً كانت، قد أصبحت كليةً على عاتق مزود الخدمة السحابية. عملياً، فإنَّ كلا الفريقين يتبنى وجهة نظر خاطئة، فبينما يضخِّم الفريق الأول المخاطر الأمنية للسحابة، فإنَّ الفريق الثاني يتجاهل أهمية العمل المشترك مع مزود الخدمة

لتطبيق السياسات والإجراءات الأمنية. بشكل عام، يتيح مزود الخدمة مستويات عالية من الضوابط الأمنية على الموارد السحابية، والالتزام بمعايير متعددة في أمن المعلومات، مثل: سلسلة معايير ISO/IEC 27000، ومعايير ISO/IEC 19941، إلا أنه من الضروري أن يتبنى المستفيد نموذجاً أمنياً مناسباً لتطبيقاته وبياناته على السحابة. على سبيل المثال، يتم استضافة خدمة البنية التحتية كخدمة (IaaS) خصوصاً تلك التابعة لمزودين ذوي قدرات أمنية عالية، مثل: أمازون (AWS)، ومايكروسوفت (Microsoft Azure)، وقوقل (GCE)، في مراكز بيانات مجهزة بتقنيات أمنية عالية. ويتم تزويد المستفيد المنظور بإرشادات واضحة ودقيقة لكيفية بناء خدمة البنية التحتية بشكل آمن؛ مما يسهِّل على المستفيد بناء نموذج أمني يتناسب واحتياجاته. إلا أنه من الضروري جداً أن تتولى الجهة المستفيدة مسؤولية القيام بتطبيق الضوابط الأمنية المصاحبة لخدمة البنية التحتية؛ كخدمة التشفير، وإدارة المفاتيح، والتدوين، والمراقبة، والتدقيق، وإدارة واجهات التطبيقات البرمجية (APIs)، والمصادقة، والصلاحيات. وأي إخلال أو تهاون في تطبيق هذه الضوابط، فمن المؤكد أن تُصبح أكثر قابليةً وعرضةً للوصول غير المشروع إلى الموارد. إنه بتبنّي نموذج أمني واضح يتواكب مع متطلبات الأعمال للمنظمة المستفيدة، يمكن القول: إنَّ الاستضافة على السحابة تصبح أكثر أمناً من الاستضافة المحلية، إلا أنَّ ما قد يعيق ذلك عملياً يعود إلى وجود قصور في فهم المتطلبات الأمنية المصاحبة للتطبيقات السحابية واللازمة للبيانات، ويعود كذلك إلى غياب المهارات لدى أخصائيي أمن المعلومات في الجهة المستفيدة واللازمة لبناء مستوى مقبول لأمن الموارد السحابية. لذا يُنصَح دائماً وقبل إطلاق الخدمة السحابية ضرورة التأكيد على فهم أخصائيي أمن المعلومات للمتطلبات الأمنية للخدمات السحابية، والتأكُّد من تعزيز العمل المشترك فيما بين مطوري التطبيقات وأخصائيي أمن المعلومات من جهة، وفيما بين الجهة المستفيدة ومزود الخدمة السحابية من جهة أخرى. وينبغي الاستمرار في متابعة أداء الخدمة السحابية بعد إطلاقها من خلال المراقبة والتدقيق بشكل دوري، وسد الثغرات الأمنية إن وُجدَت، من خلال تحديث البرمجيات المستخدمة في الخدمة السحابية.

تبقى الإشارة إلى أنَّ السحابة تتيح خدمتي النسخ الاحتياطي كخدمة (BaaS) والتعافي من الكوارث كخدمة (DRaaS)، كخدمات مساندة بناءً على الطلب، وعلى مستويات متعددة من الاستخدام، سواء للاستخدام الشخصي أو لاستخدام المنظمات الصغيرة أو الكبيرة. ويمكن الوصول لهاتين الخدمتين إما متاحةً للعموم عبر شبكة الإنترنت، أو متاحةً من خلال

قنوات اتصال آمنة وخاصة لمستفيد واحد. تُعزز هذه الخاصية من رفع مستوى الأمن في السحابة، وضمان استمرارية الأعمال في حال وقوع الكوارث.

٥/٢/٩ الممارسات الخاطئة عند اختيار مزود السحابة:

من ضمن الأخطاء الشائعة قيام المنظمة باختيار مزود الخدمة السحابية المألوف والمعروف لديها أو باختيار مزود يوصِي به صديق، دون أن يتم عمل تقييم دقيق لمزود الخدمة المرشَّح لسد احتياجات أعمال المنظمة. من المهم أن يتم التعرف مسبقاً على كفاءة وقدرات مزود الخدمة الذي سيُعهَد إليه استضافة أصول مهمة كالبيانات والتطبيقات. هناك عدة خطوات ينبغي للمنظمة المستفيدة السير عليها لاتخاذ القرار المناسب فيما يخصُّ اختيار مزود الخدمة السحابية. وينبغي قبل ذلك أن يتم إشراك جميع الأطراف المعنية في المنظمة المستفيدة من تقنيين ومديري أعمال دون قصرها على طرف واحد، كما يجب أن تكون تفاصيل متطلبات أعمال المنظمة إضافةً إلى المتطلبات التقنية التي يمكن أن تدعمها، واضحة وجليَّة قبل الشروع في خطوات اختيار مزود الخدمة. وتتمثل خطوات عملية اختيار مزود الخدمة فيما يلي:

- التعرُّف على الخدمات السحابية التي يقدِّمها مزود الخدمة، وكذلك التعرُّف على تصنيف الخدمة السحابية المتاحة، هل هي خدمة بُنية تحتية (IaaS) أو خدمة منصة (PaaS) أو خدمة برمجيات (SaaS)؟ هناك العديد من البرمجيات الجاهزة للاستخدام، مثل: خدمة دروب بوكس (Dropbox) لحفظ الوثائق والصور ومقاطع الفيديو عبر الإنترنت، وخدمة كويك بوكس (QuickBooks) لخدمة أعمال المحاسبة عبر شبكة الإنترنت بواسطة المزود إنتويت (Intuit)، وخدمة إدارة علاقات العملاء (CRM) بواسطة المزود سيلزفورس (Salesforce). أما خدمات البنية التحتية كخدمة (IaaS)، فهناك خدمات لتخزين البيانات، مثل: (Amazon S3) و(Amazon EC2) بواسطة المزود أمازون، وخدمات الاستضافة على نظامي تشغيل ويندوز ولينكس، مثل خدمة (GoGrid). فيما يخصُّ المنصة كخدمة (PaaS) هناك خدمة ويندوز أزور سيكوال داتابيس (Windows Azure SQL Database) بواسطة المزود مايكروسوفت، وخدمات بيئات التطوير المتكاملة (IDE Services) التي تقدمها أمازون وقوقل ومايكروسوفت.
- التعرف على مستوى الأمن السحابي المتاح لدى مزود الخدمة. يجب على المستفيد التأكد من أنَّ المزود يُطبِّق المعايير الشائعة للأمن السحابي، على سبيل المثال لا الحصر: معايير

(ISO/IEC 19941)، وسلسلة معايير (ISO/IEC 27000-series)، وكذلك الضوابط الأمنية (CSA-CCM)، ومعايير مهام التدقيق مثل (SSAE 16). كما يجب النظر فيما إذا كان مزود الخدمة يُطبِّق أفضل الممارسات الأمنية، مثل: التشفير، والجدران النارية، والمصادقة المتعددة، والتدقيق، والمراقبة، والصلاحيات. كما ينبغي التعرف على مدى التزام مزود الخدمة بالأنظمة والتشريعات الحكومية المنظِّمة لاستضافة الخدمات الإلكترونية ولتخزين ومعالجة البيانات.

- التعرُّف على سياسات وإجراءات تسعير الخدمات السحابية. يجب أن يكون الدفع حسب الاستخدام تطبيقاً للمبدأ السحابي الدفع حسب الاستخدام (pay-as-per-use)، مع إمكانية إضافة خدمات جديدة أو التوسُّع في خدمات قائمة عند الحاجة. يمكن أن يتم احتساب الرسوم بالساعة أو بالشهر أو كل نصف سنة أو كل سنة، حسب السياسة المتّبعة لدى مزود الخدمة السحابية.
- التعرف على موقع تخزين البيانات. يُفضَّل أن يكون الموقع الجغرافي لتخزين البيانات أقرب ما يمكن إلى الموقع الجغرافي لمستخدمي الخدمة السحابية؛ لتفادي المشاكل التقنية المرتبطة بتأخير وتكاليف تناقل البيانات من وإلى المستخدم، والمرتبطة كذلك بمستوى إتاحة الخدمة السحابية واستمراريتها. ويتأكد هذا المطلب خصوصاً بالنسبة للمنظمات العالمية؛ وذلك لانتشار مواقع عملائها عبر عدة قارات حول العالم. لذا يُوصَى أن تختار هذه المنظمات العالمية المزود الذي يملك مراكز بيانات متفرقة في عدة مواقع جغرافية حول عملائها.
- التعرف على سياسات وإجراءات التعامل مع الكوارث لدى مزود الخدمة؛ كفقدان أو مسح البيانات لأي سبب من الأسباب، أو في حالة حدوث غرق أو حريق. ينبغي أن يتم الإشارة إلى هذه النقطة المهمة في اتفاقية مستوى الخدمة (SLA)، وإلى كيفية تعويض المستفيد عن الفترة التي يتم فيها فقدان الوصول إلى البيانات. كما يجب أن يتيح المزود خدمات النسخ الاحتياطي والتعافي من الكوارث، عند طلبها، وأن يتم اختبار تشغيلها بشكل دوري. وقد يكون من المفيد الاستقصاء عن الكوارث السابقة التي مرَّت على الخدمات السحابية لمزود الخدمة، وكيفية تعامله معها.
- التعرُّف على خدمات الدعم الفني المتاحة لدى مزود الخدمة. يجب أن تكون خدمات الدعم الفني والتقني متاحة ٢٤ ساعة في اليوم، وفي كل يوم، بما في ذلك الإجازات

الرسمية. ويُستحسَن السؤال عن متوسط زمن الاستجابة للطلبات ومتوسط زمن حل المشكلة القائمة.

- التأكد من إتاحة مزود الخدمة السحابية لإمكانية التوسُّع والانكماش في وحدات قياس الخدمة السحابية (كعدد الوحدات التخزينية، أو عدد وحدات المعالجة المركزية CPUs) حسب طلب وحاجة المستفيد.
- التعرف على سجل الأعطال لدى مزود الخدمة، والفترات الزمنية اللازمة لاستعادة الخدمة للتشغيل الطبيعي. تتمثل الحالة المثالية في أن يكون سجل الأعطال خالياً، إلا أنه ينبغي أن يدرك المستفيد أن هذا الأمر نادر الحدوث حتى مع أكبر مزودي الخدمات، كقوقل وأمازون ومايكروسوفت؛ لذا يُفضَّل اختيار مزود الخدمة ذي العدد الأقل من الأعطال. في الغالب ينشر بعض مزودي الخدمات السحابية قائمة بسجلات الأعطال السابقة عبر بوابتهم الإلكترونية، وفي حال عدم توفرها يمكن للمستفيد الاستقصاء عنها.
- التأكد من أنَّ مزود الخدمة السحابية يتيح أدلّة إرشادية لتثبيت وإعداد وتشغيل الخدمات السحابية للمستفيد، وأدلة إرشادية لاستخدام الخدمة السحابية تخصُّ المستخدمين.
- التأكد من إتاحة مزود الخدمة السحابية لإمكانية الوصول الميسر للمستفيد والمستخدم إلى الخدمات السحابية من خلال أي جهاز إلكتروني متاح له، سواءً كان حاسوباً مكتبياً أو متنقلاً أو هاتفاً نقالاً أو لوحاً إلكترونياً؛ الأمر الذي يوسع شريحة المستفيدين من الخدمات المقدمة من خلال السحابة.

يوضِّح الجدول رقم (٩-٢) نموذجاً متكاملاً لتقييم مزودي الخدمة السحابية، والموصَى به من قِبَل مزود الخدمة مايكروسوفت أزور، (azure.microsoft.com)، حيث تتم عملية التقييم من خلال استخدام أربعة أبعاد تقييم رئيسية، هي:

- مهنية وملاءة مزود الخدمة.
- الدعم الإداري الذي يقدمه مزود الخدمة السحابية.
- القدرات والعمليات التقنية.
- الممارسات الأمنية.

ويتفرّع من كل بُعْد مجموعة نقاط تقييم، حيث يضمُّ البُعْد الأول خمس نقاط تقييم، ويضمُّ البُعْد الثاني أربع نقاط تقييم، ويضمُّ البُعْد الثالث خمس نقاط تقييم، ويضمُّ البُعْد الرابع خمس نقاط تقييم. كما يحتوي الجدول (٩-٢) على شرح مختصر لكل نقطة من نقاط التقييم.

جدول رقم (٩-٢): نموذج تقييم مزود الخدمة السحابية (بواسطة مايكروسوفت أزور)

رقم	أبعاد التقييم	نقاط التقييم	شرح نقاط التقييم
١	مهنية وملاءة مزود الخدمة	الملاءة المالية لمزود الخدمة السحابية	ينبغي أن يكون لمزود الخدمة السحابية سجلُ عمل يتصف بالثبات والاستقرار، وأن يكون في وضع مالي جيد وبرأس مال كافٍ للعمل بنجاح على مدى طويل.
		التنظيم الإداري لمزود الخدمة السحابية، وإدارة الحوكمة والتخطيط والمخاطر	ينبغي أن يكون لمزود الخدمة السحابية هيكل تنظيمي معتمد، وسياسات واضحة لإدارة المخاطر، وإجراءات رسمية لتقييم الموردّين ومزودي الخدمات الخارجيين.
		الثقة بمزود الخدمة السحابية	من الضروري أن يتم التحقُّق من سمعة مزود الخدمة السحابية، ومعرفة مَن هم شركاؤه في تقديم الخدمات، وأن يتم التعرُّف على خبراته في مجال الحوسبة السحابية، والاطلاع على المراجعات المنشورة لأعماله، والتحدُّث إن أمكن إلى عملائه السابقين والحاليين.
		المعرفة التجارية لمزود الخدمة السحابية والدراية التقنية	من الضروري أن يفهم مزود الخدمة السحابية احتياجات أعمال المستفيد، وما يريد القيام به، وأن يكون قادراً على مواءمة ذلك مع خبراته التقنية.
		التزام مزود الخدمة السحابية	ينبغي أن يكون مزود الخدمة السحابية قادراً على الالتزام بجميع متطلبات المستفيد العملية والتقنية، من خلال إجراء عملية التدقيق الرسمي بواسطة المستفيد نفسه أو بواسطة طرف خارجي ثالث.

رقم	أبعاد التقييم	نقاط التقييم	شرح نقاط التقييم
٢	الدعم الإداري الذي يقدمه مزود الخدمة السحابية	اتفاقية مستوى الخدمة (SLA)	يجب أن يكون مزود الخدمة السحابية قادراً على الوفاء بوعوده لتقديم مستوى أساسي من الخدمة يواكب احتياجات وتطلعات المستفيد.
		تقارير الأداء	يجب أن يكون مزود الخدمة السحابية قادراً على إتاحة وتقديم تقارير أداء للخدمة السحابية.
		مراقبة الموارد السحابية وإدارة إعداداتها	يجب أن تكون لدى مزود الخدمة السحابية ضوابط كافية تُمكِّن من تتبُّع ومراقبة الخدمات المقدمة للمستفيدين وأي تغييرات يتم إجراؤها على أنظمته.
		الفوترة والمحاسبة المالية	يجب أن تكون عمليات الفوترة والمحاسبة آلية، بحيث يمكن للمستفيد مراقبة الموارد السحابية التي يستخدمها ومراقبة التكلفة المادية لها، كما ينبغي أيضاً أن يكون هناك دعمٌ مستمر للمشاكل المتعلقة بعمليات الفوترة.
٣	القدرات والعمليات التقنية	سهولة النشر والإطلاق والإدارة والترقية	ضرورة التأكُّد من أن مزود الخدمة السحابية لديه آليات وأدوات تسهل على المستفيد عمليات نشر وإطلاق وإدارة وتحديث برمجياته وتطبيقاته.
		واجهات معيارية	يجب أن يستخدم مزود الخدمة السحابية واجهات تطبيقات برمجية (APIs) معيارية وآليات لتحويل هيكلية البيانات، بحيث يمكن للمستفيد الاتصال بالسحابة بسهولة.
		إدارة الوقائع والحوادث	يجب أن يوفِّر مزود الخدمة السحابية نظاماً آليًّا لإدارة الوقائع والحوادث، ويتكامل هذا النظام مع أنظمة التدوين والإدارة والمراقبة.
		إدارة التغيير	يجب أن يكون لدى مزود الخدمة السحابية إجراءات موثقة ورسمية لطلب وتسجيل واعتماد واختبار وقبول التغييرات.
		دعم السحابة الهجينة	حتى لو أن المستفيد لا يخطط لاستخدام السحابة الهجينة في البداية، إلا أنه يُنصَح بالتأكد من أن مزود الخدمة السحابية يقدم الدعم لهذا النوع من السحابات، والتي لها مزايا قد يرغب المستفيد في استغلالها في وقت لاحق.

رقم	أبعاد التقييم	نقاط التقييم	شرح نقاط التقييم
٤	الممارسات الأمنية	أمن البنية التحتية	يجب أن تكون هناك بنية تحتية أمنية شاملة لجميع مستويات وأنواع الخدمات السحابية.
		السياسات الأمنية	يجب أن تكون هناك سياسات وإجراءات أمنية شاملة لمراقبة النفاذ والوصول إلى أنظمة المزودين والمستفيدين.
		إدارة الهوية	يجب أن يكون هناك آلية للتصريح والترخيص لإجراء التغييرات على أي خدمة أو تطبيق أو مكوّن من مكونات التجهيزات المادية، وأن تتم المصادقة على أي أحد قبل أن يتم إجراء أي تغيير على التطبيقات أو البيانات.
		المحافظة على البيانات والنسخ الاحتياطي	ضرورة وجود سياسات وإجراءات للمحافظة على البيانات والنسخ الاحتياطي؛ لضمان وحدتها في كل الظروف.
		الأمن المادي	ضرورة وجود ضوابط تكفل الأمن المادي لمراكز البيانات والموارد السحابية، بما في ذلك الوصول إلى التجهيزات المادية المتعددة الموجودة في مكان واحد. كما ينبغي أن تكون لمراكز البيانات ضمانات بيئية لحماية الأجهزة والبيانات من الحوادث المدمرة. وينبغي أن تكون هناك شبكات ومولدات كهرباء احتياطية، وخطة معتمدة وموثقة للتعافي من الكوارث، وخطة لاستمرارية الأعمال.

٦/٢/٩ التكاليف غير المتوقعة:

في الحوسبة السحابية يُعتبَر مبدآ الدفع حسب الاستخدام (pay-as-per-use)، والدفع بناء على الطلب، من أكثر المحفزات الاقتصادية (إضافةً إلى الترشيد الذي يتم بتحويل التكاليف الرأسمالية إلى تكاليف تشغيلية) لينتقل العميل من بيئة الحوسبة التقليدية إلى البيئة السحابية، حيث يتم احتساب تكلفة استخدام الخدمات السحابية بنفس الطريقة التي يتم بها احتساب تكلفة الخدمات العامة؛ كالكهرباء، وخدمات الهاتف، والوصول إلى

الإنترنت. في بعض الأحيان يتم تقديم خدمات السحابة مجانيةً وبدون مقابل مادي، مثل: خدمة البريد الإلكتروني (Gmail)، وخدمة ميغا (MEGA) للتخزين السحابي التي تتيح ٥٠ جيجابايت كمساحة تخزينية مجانية. وبنفس الطريقة التي يتذبذب فيها استخدام خدمتي الماء والكهرباء من يوم إلى آخر، فإنَّ مستويات استخدام الخدمات السحابية تتفاوت من وقت إلى آخر حسب احتياجات المستفيد وبناءً على طلبه. تشجع خاصيتا السرعة والسهولة على اقتناء وتشغيل الخدمة السحابية، وكذلك إمكانية التوسُّع والانكماش فيها تساعد على جذب العملاء لاقتناء الخدمة وتفعيل استخدامها، إلا أنه إذا لم يتم التحكم في حجم استهلاك الموارد السحابية بشكل مستمر ودقيق، فمن المتوقع ارتفاع فاتورة التكاليف بشكل لا يتوافق وتطلعات المستفيد.

تُعتبَر عملية تقدير تكاليف الخدمات السحابية في مرحلة مبكرة عمليةً معقدة، فليس بالضرورة على الدوام أن يؤدي استخدام الحوسبة السحابية إلى تخفيض التكاليف المادية. فعلى سبيل المثال، بعض الحالات التشغيلية قد تتطلب ترك خوادم السحابة الافتراضية المحجوزة للمستفيد في وضع تشغيلي مستمر ٢٤ ساعة في اليوم و٧ أيام في الأسبوع، الأمر الذي قد لا يتحقق معه فوائد مادية للمستفيد عند المقارنة بتشغيل الخوادم في البيئة التقليدية الخاصة بالمستفيد. وكما هو الحال مع استخدام أي خدمة، قد تبرز بعض المخاطر المتعلقة بظهور تكاليف غير متوقعة، ومما يمهد لوقوع مثل هذه المخاطر سهولة تشغيل وإيقاف الخدمة في أي وقت. ومَنْ استخدمَ خدمات أمازون السحابية (AWS) في الغالب شَهِد، بطريق الخطأ أو النسيان، ترك الخوادم الافتراضية في وضع تشغيلي في وقت لم يعد هناك حاجة إليها. قد لا تكون الكلفة المادية كبيرة لخطأ من هذا النوع عندما يكون عدد الخوادم الافتراضية المحجوزة للمستفيد قليلة، لكن الحال ينقلب رأساً على عقب عندما يكون العدد كبيراً. يذكر تشارلي بوبكوك (Charles Babcock) في المجلة الإلكترونية إنفورميشن ويك (InformationWeek) قصةً لفريق عمل هندسي ارتكب خطأً مشابهاً، حيث نسي الفريق إيقاف ٢٥٠ خادماً افتراضياً خلال عطلة نهاية الأسبوع، الأمر رفع التكلفة المادية بمقدار ٢٣٠٠٠ دولار أمريكي لبقاء الخوادم في وضع تشغيلي مستمر، لكن بدون معالجة لأي مهام خلال تلك الفترة. وفي سياق الحديث عن التكاليف غير المتوقعة، يضيف تشارلي بوبكوك مثالاً آخر لفريق عمل تسويقي قرَّر القيام بمهمة تحليل لبيانات ضخمة تمَّ جمعها من السحابة ليتم معالجتها في خوادم محلية تخصهم. وبعد تنزيل ١٠ تيرابايت (١

تيرابايت = ١٠٢٤جيجابايت) من البيانات، ارتفعت رسوم نقل البيانات من السحابة إلى خوادمهم بمقدار ١٠٠٠ دولار أمريكي.

كما قد يؤدي غياب وجود خطة للتنسيق المركزي بين جميع الإدارات في المنظمة الواحد إلى ارتفاع كُلفة استخدام الحوسبة السحابية، إذ إنَّ سهولة الشروع في استخدام الخدمة السحابية عبر شبكة الإنترنت قد يدفع كل إدارة على حِدَة للبدء في استخدام الخدمة السحابية المستهدفة دون التنسيق مع الإدارة المختصة بتقنية المعلومات داخل المنظمة. وبغياب هذا التنسيق قد يُكتشَف وجود تكرار لنفس الخدمة في أكثر من إدارة؛ مما يعني تفويت الفرصة على المنظمة ككل للحصول على نسبة خصم مرتبط بحجم الاستخدام، والذي يمكن الحصول عليه من خلال التفاوض مع مزود الخدمة السحابية.

إضافةً إلى ما ذُكِر أعلاه، ينبغي للمستفيد التنبّه إلى أنَّ التسعير في الحوسبة السحابية قد لا يقتصر فقط على بُعد مُستهدف واحد من الخدمة، فقد يشمل أبعاداً أخرى مرتبطة بالخدمة المستهدفة، مثل: رسوم التخزين، والشبكة، وموازنة الأعباء، والأمن، والنسخ الاحتياطي، وتكرار التخزين، ورخص نظم التشغيل، وغيرها من الأبعاد المرتبطة بالخدمة، والتي تتحدد حسب طبيعة المهمة المستهدفة. وينطبق الحال على ما يُعرَف بالتكاليف المادية الخفية، وهي التكاليف التي قد لا تكون معروفة إلا بعد أن يتم تشغيل الخدمة السحابية، مثل تلك المرتبطة بأداء الخدمة أو المرتبطة بإتاحة الخدمة. يؤدي ارتفاع وقت الاستجابة إلى هبوط في مستوى الأداء، الأمر الذي قد يجبر المستفيد على فتح خطوط اتصال جديدة أو التوسُّع في عدد الخوادم الافتراضية أو في سِعات الطاقة التخزينية، وبالتالي ترتفع مع ذلك فاتورة رسوم الخدمة السحابية.

إنَّ تحوُّل الإنفاق المالي على تقنية المعلومات من إنفاق رأسمالي يتم دفعه مرة واحدة مقابل امتلاك البنية التحتية التقنية أو البرمجيات (كما هو الحال في بيئة الحوسبة التقليدية) إلى إنفاق تشغيلي يتم دفعه بشكل دوري مقابل الاستخدام الفعلي للخدمات السحابية (كما هو الحال في البيئة السحابية)، سواءً كانت خدمة بنية تحتية (IaaS)، أو خدمة منصات (PaaS)، أو خدمة برمجيات (SaaS)- يتطلب أن يكون أيضاً هناك تحولٌ منهجيٌّ في إدارة الإنفاق التشغيلي وتحسنٌ في إدارة التكاليف يوازي في أهميته تحسين أداء الخدمات السحابية. هناك ست خطوات تشكِّل منهجاً يدعم التحكم في تكاليف الخدمات السحابية وإدارتها والسيطرة عليها:

- ضرورة جرد ومتابعة الخدمات السحابية:

يؤدي القصور في وضوح أعداد وأحجام وأنواع الموارد السحابية المرتبطة بكل خدمة سحابية إلى قصور في إدارة هذه الموارد. تبدأ الإدارة الفعّالة بعمل جرد وتحليل دقيق لكامل الموارد والخدمات والبنى التحتية السحابية التي في وضع تشغيلي، ثم تحديد المستخدَم وغير المستخدَم منها (سواءً لنسيان أو لخطأ)، واتخاذ القرار المناسب حيال غير المستخدَم منها سواءً بإيقافها نهائياً أو مؤقتاً أو جدولة تشغيلها آلياً، إنْ كان ذلك متاحاً من قِبَل مزود الخدمة.

- تحليل التكاليف المادية:

بعد جرد الموارد السحابية، يتم استخراج وتحليل أنماط الاستخدام الفعلية وتكاليفه. من المهم أيضاً التنبؤ بالتكاليف المستقبلية، من خلال إدراج كل التفاصيل الدقيقة الخاصة بكميات الاستخدام وتكاليفه الماضية في نموذج تنبؤي تكون مخرجاته على هيئة جداول رسومية أو جداول توضيحية. ويُفضَّل أن تُربَط مخرجات هذا التحليل والتنبؤ دوماً بتحقيق أهداف المنظمة.

- التحكم في النفاذ والوصول إلى الموارد السحابية:

يُنصَح أن يكون لدى المنظمة المستفيدة سياسة واضحة لمنح وسحب وإيقاف الوصول والنفاذ إلى الموارد السحابية، بحيث يتم نشر هذه السياسة بين المستخدمين الفعليين لرفع مستوى الوعي. يلي ذلك تفعيل مهمة التدوين والمراقبة للتعرف بسهولة على مَنْ أطلق الخدمة السحابية، أو أوقفها، أو غيَّر في إعداداتها.

- تفعيل المركزية في التعامل مع الخدمات السحابية:

ينبغي أن يتم التنسيق دوماً مع الإدارة المختصة بإدارة تقنية المعلومات في المنظمة المستفيدة، فيما يخصُّ إطلاق الخدمة السحابية أو تغيير إعداداتها أو التوسُّع والانكماش في سِعاتها وكمياتها. يؤدي ذلك إلى توحيد الجهود وقصر التعامل مع مزود الخدمة السحابية من خلال قناة اتصال واحدة فقط، كما يؤدي إلى مَنْع استخدام نفس الخدمة في أكثر من إدارة في المنظمة الواحدة، وضمان مواءمة الخدمات وإعداداتها مع أهداف المنظمة العامة.

- أتمتة متابعة الخدمات السحابية وتفعيل خاصية التحذير والإشعار الآلي:

يمكن أن تتم متابعة كل ما يحدث في بيئة الخدمات السحابية الخاصة بالمنظمة المستفيدة من خلال نظام آلي يُظهِر مخرجاته على شاشة تحكم (dashboard). يساعد هذا النظام الآلي في البقاء على علم بشأن التكاليف المادية، وكميات الاستخدام، وأداء الخدمات السحابية، وإمكانية مشاركة ذلك مع أصحاب المصلحة داخل المنظمة. كما يُنبِّه، من خلال توليد تحذيرات وإشعارات آنية، عن أي عطل في الخدمة، أو أي تجاوز للميزانية المرصودة، أو أي زيادة مفاجئة في التكاليف المادية، أو بقاء خادم افتراضي في وضع ساكن دون استخدام لفترة زمنية معينة.

- إدارة الميزانية المخصصة للخدمات السحابية:

يُوصَى بتخصيص ميزانية للخدمات السحابية تضمُّ بنوداً موزعة لكل إدارة أو مشروع أو مبادرة لها علاقة بالمنظمة. ولضمان الالتزام بتلك البنود، يتم إرسال إشعارات تحذيرية عند اقتراب تجاوز الحد المرصود.

يوجد العديد من الأدوات البرمجية التجارية التي تساعد على إدارة تكاليف الخدمات السحابية ومراقبتها وتحليلها والسيطرة عليها، مثل: برمجية كلاودابيلتي (Cloudability)، وبرمجية كلاودين (Cloudyn)، وبرمجية كلاود كروزر (Cloud Cruiser)، وبرمجية نيوفيم (Newvem).

٣/٩ التوصيات لتجنُّب الممارسات الخاطئة:

ينبغي للمنظمات التي تنوي الاستفادة من خدمات الحوسبة السحابية أن تصبح واعيةً ومدركة للممارسات الخاطئة فيها، والتي تمَّ استعراضها في هذا الفصل، والانتباه إلى الأخذ بالتوصيات التالية:

- يُوصَى أن تكون متطلبات أعمال المنظمة المستفيدة هي المُسير الرئيسي لكل القرارات المهمة ذات العلاقة بتبنّي الحوسبة السحابية. فيجب أن يكون تحديد نموذج نشر وإطلاق السحابة (السحابة العامة، والسحابة الخاصة، والسحابة المجتمعية، والسحابة الهجينة)، وتحديد نموذج خدمات الحوسبة السحابية (البنية التحتية كخدمة - IaaS، والمنصة كخدمة - PaaS، والبرمجيات كخدمة - SaaS)، وتحديد الضوابط الأمنية المطلوبة أن تصاحب تشغيل الخدمة، بناءً على ما تفرضه احتياجات ومتطلبات الأعمال.

- يُوصَى أن يتم توسيع نطاق متخذي قرار تبنّي استخدام الخدمة السحابية، فلا يجب أن يقتصر فقط على المتخصصين في تقنية المعلومات، ولا على المسؤولين عن إدارة الأعمال فقط؛ بل يجب أن تشمل المسؤولية ممثلين عن جميع الأطراف المعنية في المنظمة المستفيدة، بما فيهم المستخدمون الفعليون للخدمة السحابية.
- في حالة الرغبة في نقل تطبيقاتها من البيئة المحلية التقليدية إلى البيئة السحابية، يُوصَى أن تقوم المنظمة المستفيدة أولاً بتحديد الدوافع وراء ذلك، وأيضاً تحديد مدى قابلية تلك التطبيقات للتكيُّف مع الخصائص الخمس للحوسبة السحابية (ذاتية وحسب الطلب، وذات وصول واسع للشبكة، ومرنة، وذات تجمُّع واسع من الموارد، وقابلة للقياس). هناك بعض التطبيقات غير المرشحة للنقل المباشر إلى السحابة ما لم يتم تكييفها بتعديل مكوناتها الداخلية أو إضافة مكونات أخرى مساندة لها. وهذه التطبيقات هي تلك يرتبط تشغيلها بتجهيزات مادية معينة أو بنظام تشغيل محدد، والتطبيقات الحساسة لوقت الاستجابة، والتطبيقات غير المرنة، والتطبيقات الحافِظة. من خلال هذه التطبيقات، يمكن للمستفيد تقدير حجم العمل المطلوب لتكييفها مع البيئة السحابية واتخاذ القرار المناسب حيال ذلك، أو يكون الخيار متاحاً باستبدالها بشكل كامل من خلال التطوير الداخلي أو اقتناء الخدمات السحابية الجاهزة.
- ينبغي أن تتصف توقعات المستفيد من تبنّي الحوسبة السحابية وخدماتها بالواقعية، وأن تتواكب وتتماشى مع متطلبات الأعمال والمتطلبات التقنية للمنظمة المستفيدة. فتحقيق نجاح عمل المنظمة لا يعتمد فقط على الحوسبة السحابية، بل يعتمد أيضاً على تنفيذ رؤى وخطط المنظمة المستفيدة، وعلى مهارة وقدرة الموارد البشرية المُنفِّذة، وأن يصاحب عملية التنفيذ عمليات لا تقل أهمية؛ كالتقييم والمراقبة والمتابعة المستمرة.
- للسيطرة والتحكم في تكاليف تشغيل الخدمات السحابية، يُوصَى باستخدام نموذج عملي يوضِّح التكاليف المالية قبل إطلاق الخدمة السحابية، وتعريف مؤشرات أداء لمراقبة هذه التكاليف. كما يُوصَى باستخدام أداة قياس آلية ضمن نطاق الحل السحابي الشامل، لتسهيل عملية المتابعة والمراقبة المستمرة للتكاليف المالية.

- قبل إطلاق وتشغيل الخدمات السحابية، ينبغي على المنظمة المستفيدة التأكيد على موظفيها من أخصائيي أمن المعلومات بضرورة فهم المتطلبات الأمنية للخدمات السحابية، والتأكُّد من تعزيز العمل المشترك فيما بين مطوري التطبيقات وأخصائيي أمن المعلومات من جهة، وفيما بين المنظمة المستفيدة ومزود الخدمة السحابية من جهة أخرى. وينبغي الاستمرار في متابعة أداء الخدمة السحابية بعد إطلاقها من خلال المراقبة والتدقيق بشكل دوري، وسد الثغرات الأمنية إن وُجدَت، من خلال تحديث البرمجيات المستخدمة في الخدمة السحابية.
- قبل أن يتم اختيار مزود خدمة من بين عدة مزودي مرشحين، يُوصَى أن يتم تقييمه من خلال أربعة أبعاد رئيسية، انظر الجدول رقم (٩-٢):
  - المهنية والملاءة المالية.
  - الدعم الإداري الذي يمكن أن يقدمه.
  - القدرات والعمليات التقنية.
  - الممارسات الأمنية.
- يُوصَى أن تبدأ المنظمة بمشاريع صغيرة وقليلة المخاطر عند الدخول الأوليّ للحوسبة السحابية، حتى يتكوّن لدى المختصين خبرات معقولة في الاستخدام والتعامل مع الخدمات السحابية، ومع مرور الوقت يمكن التدرُّج في التوسُّع في الخدمات كلما اقتضت الحاجة.
- يُستحسَن أن يتم تقييم مستوى مهارات التعامل مع تقنية الحوسبة السحابية لمختصي تقنية المعلومات في المنظمة المستفيدة عند الانتقال من البيئة التقنية المحلية إلى البيئة السحابية. فبينما تتركز مهارات المختصين في البيئة التقنية المحلية حول التعامل مع تقنية الخادم-العميل، والتعامل المباشر مع التجهيزات المادية، والترابط الوثيق بين التطبيقات والبنية التحتية التقنية؛ فإنَّ معمارية السحابة تختلف جذرياً بوجود استقلالية للتطبيقات السحابية عن البنية التحتية التقنية في السحابة، وتطبيق مبدأ التطبيقات المُجردة، والتكامل بين العديد من الحلول السحابية. بعد تقييم مهارات المختصين، يتم تحديد الفجوة في مهاراتهم والعمل على سدها من خلال التعاقد مع خبراء في الحوسبة السحابية، أو عقد دورات تدريبية مختصة.

الفصل العاشر

القياس في الحوسبة السحابية

تُحتِّم طبيعة العلاقة بين مزود الخدمة السحابية والمستفيد منها ضرورة فهم التكاليف المادية التي يتحملها المستفيد مقابل الحصول على الخدمة، وكذلك فهم خصائص ومقاييس جودة الخدمة المقدمة والمتزامنة مع تشغيلها، في سبيل تحقيق متطلبات ورضا المستفيد. لذا يتطرق هذا الفصل إلى القياس في الحوسبة السحابية، حيث يتم استعراض نماذج لقياس التكاليف والتسعير، مثل: مقاييس التكاليف المادية لأعمال السحابة، ومقاييس التكاليف المادية لاستخدام السحابة، ومقاييس التكاليف المادية لإدارة السحابة. كما يتطرق هذا الفصل إلى نماذج يتم استخدامها بغرض قياس مستوى جودة الخدمة السحابية. كما نستعرض مكونات اتفاقية مستوى الخدمة (Service Level Agreement–SLA)، والعوامل التي تؤثر في تعريف وصياغة وتفاصيل بنودها. ولا شك أنَّ القيام بقياس خدمات الحوسبة السحابية يعزِّز فرص تكريس قياس الأداء التقني كأحد الجوانب المهمة لقياس الأداء العام لأي منظمة. ويُختتَم الفصل بتقديم مجموعة من الإرشادات العملية والممارسات الواجب توافرها عند اعتماد اتفاقية مستوى الخدمة بين مزود الخدمة السحابية والمستفيد منها.

١/١٠ مقدمة:

مع التوجُّه الكبير نحو تبنّي الحوسبة السحابية يزداد عدد الخدمات السحابية المتاحة في سوق الحوسبة بشكلٍ متسارع وتنافسي، سواءً كانت الخدمات على هيئة بنية تحتية كخدمة (IaaS)، أو منصة كخدمة (PaaS)، أو برمجيات كخدمة (SaaS). ومع الازدياد المطرد لهذه الخدمات، تصبح مقارنة المعروض منها بالنسبة للمستفيد المستقبلي عملية أكثر تعقيداً لتعذّر إمكانية اتخاذ قرار التبنّي بشكل مباشر (Du , 2012). ولكي ينجح المستفيد في الحصول على الخدمة السحابية المستهدفة، ينبغي عليه أولاً تحديد احتياجاته بشكل واضح، ثم إعداد ومراجعة اتفاقية مستوى خدمة (SLA) تلائم وتعكس احتياجاته، وأنَّ تكون تلك الخدمات المقدَّمة "قابلة للقياس" من أجل التحقق من صحة تقديم هذه الخدمات ومراقبة أدائها، ومتابعة متى يجب طلب صيانتها، والتحقق من إصلاح أعطالها حال حدوثها (Kansal et al., 2014).

وفي إطار عملية اتخاذ القرار للانتقال إلى السحابة، يتيح توفُّر الخصائص والمقاييس المرتبطة بالخدمات السحابية، كمستوى جودة الخدمة ونسبة الإتاحة ودرجة الموثوقية، للمستفيد الأدوات والظروف المناسبة لاختيار الخدمة السحابية المناسبة ورفع مستوى الفهم لطبيعتها وخصائصها. وتنصُّ إحدى الخصائص الخمس للحوسبة السحابية، والمعرَّفة من المعهد الوطني للمعايير والتقنية (NIST) على أنها "خدمة قابلة للقياس"، الأمر الذي يعني ضرورة وجود وتحديد سِمَات للخدمة السحابية تكون قابلة للقياس، وكذلك وجود مقاييس تحدِّد قيماً أو نِسباً أو أرقاماً لهذه السِمَات. إنَّ توفر قياسات للخدمة السحابية يزيد من مستوى فهم وإدراك جودة الخدمة، من خلال: (١) التعبير عنه باستخدام وحدة قياسية مناسبة (كالثانية لقياس زمن الاستجابة، أو الجيجا هيرتز (GHz) لقياس سرعة وحدة المعالجة المركزية (CPU)، أو الجيجا بايت (GB) لقياس حجم الوسيط التخزيني، أو الميجابت لكل ثانية (Mbps) لقياس معدل تناقل البيانات عبر الشبكة)، و(٢) استخدام قيم رقمية ناتجة عن ملاحظة تشغيل الخدمة السحابية. على سبيل المثال، يمكن استخدام مقياس زمن الاستجابة لتقدير الفترة الزمنية اللازمة للحصول على مخرجات الخدمة السحابية. يتضح من النقاش في هذا السياق أنَّ للقياس دوراً مهمًّا لدعم عملية اتخاذ القرارات المهمة، بما في ذلك:

- اختيار الخدمات السحابية:

يجب أن يكون المستفيد قادراً على اختيار واستخدام المعايير والمقاييس المناسبة لتقييم الخدمات السحابية المتاحة للاقتناء في السوق السحابي، والنظر في أكثرها مناسبةً لتحقيق متطلباته العملية والتقنية. على سبيل المثال لا الحصر، يمكن استخدام مؤشر قياس الخدمة (SMI) المتاح من قِبَل اتحاد مبادرة قياس الخدمات السحابية (CSMIC) بجامعة كارنجي ميلون، لتحديد أي المعايير والمقاييس أكثر مناسبةً وارتباطاً باختيار خدمة سحابية معينة. يوضح الجدول رقم (١٠-١) الإطار المقترح من (CSMIC). يمكن استخدام مؤشرات الخدمة هذه للمقارنة والتمييز بين اثنتين أو أكثر من الخدمات السحابية. كما يمكن الحصول على بيانات فعلية عن العمليات السحابية الخاصة بالخدمة، مثل أداء الخدمة أو زمن الاستجابة أو الإتاحة أو المرونة (القابلية للتوسُّع والانكماش)، إما من جهة رقابية مستقلة، أو من مراقبة خدمة المزود لعملاء آخرين إن كان ذلك متاحاً. ربما ينتج عن توظيف هذه المقاييس الفعلية تقييمٌ كافٍ للتعرف على

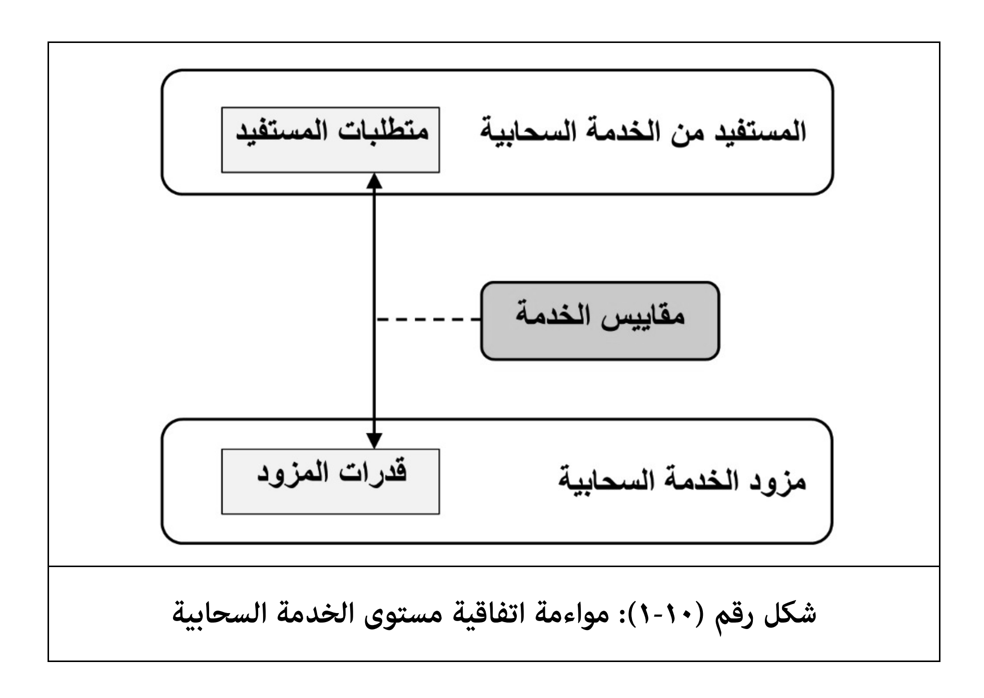
جاهزية وقدرة المزود على تقديم مستوى معين من جودة الخدمة قبل أن يتم التعاقد معه.

- إعداد ومتابعة تطبيق اتفاقية مستوى الخدمة (SLA):

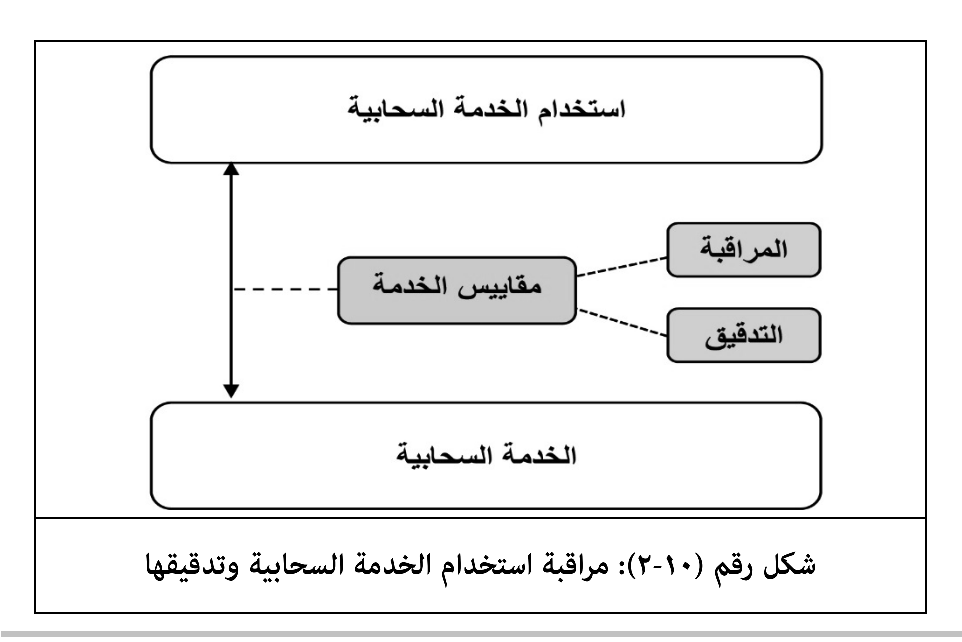
تمثل اتفاقية مستوى الخدمة (SLA) عقداً إلزامياً بين مزود الخدمة السحابية والمستفيد منها. من ضمن العناصر التي تتضمنها الاتفاقية: الوصف الدقيق لطبيعة الخدمة، والحقوق والمسؤوليات لكل من المزود والمستفيد، وكذلك تعريفات للمصطلحات المستخدَمة. كما تتضمن الاتفاقية معلوماتٍ أساسيةً متعلقة بقياس جوانب متعددة من الخدمة السحابية (مثل، أهدافها ومستوى أدائها). وتتجلّى أهمية تعريف واستخدام المقاييس الملائمة والمتعلقة بالخدمة السحابية؛ كونها تشكِّل العناصر الرئيسية المُلزِمَة لكلا الطرفين في الاتفاقية، والتي يتم اللجوء إلى مؤشراتها كدليل موضوعي عند إجراء المطالبات بين الطرفين. وبمعنى آخر، ينبغي على المستفيد النظر إلى المقاييس المدُرَجة في اتفاقية مستوى الخدمة على أنها حدودٌ للتشغيل المقبول للخدمة، والذي يجب على المزود الالتزام به، وبهوامش أخطاء يمكن الاتفاق عليها. هناك العديد من المقاييس الشائعة في كلِّ اتفاقية مستوى خدمة، مثل: نسبة إتاحة الخدمة السحابية، ووقت تحميل صفحة الويب، ووقت معالجة التعاملات الإلكترونية، وزمن الاستجابة للطلبات الموجهة للخدمة، وزمن إصلاح الأعطال، إضافة إلى العديد من المقاييس الأخرى. يتم التتبُّع والإبلاغ عن هذه المقاييس ومشاركتها عن طريق نظام إلكتروني يقوم بالتسجيل والتتبُّع والمراقبة. يُسمَّى هذا النظام بنظام إدارة اتفاقية مستوى الخدمة (SLA). يقوم هذا النظام بمهامَّ أساسية، مثل الجمع والتخزين والإبلاغ عن البيانات الأساسية (أو المقاييس الإحصائية) لاتفاقية مستوى الخدمة. كما يقوم نظام إدارة اتفاقية مستوى الخدمة بإرسال التنبيهات اللازمة عن حالة تشغيل الخدمات والموارد السحابية في سياق ضمان تماشي مقاييس الخدمة أو المورد السحابي مع ما جاء في اتفاقية مستوى الخدمة. ويوضِّح الشكل رقم (١٠-١) تمثيلاً بيانياً لآلية توظيف المقاييس المناسبة لطبيعة الخدمة كأساس لصياغة بنود اتفاقية مستوى الخدمة، من خلال المواءمة بين احتياجات ومتطلبات المستفيد من جهة، والقدرات المتاحة لدى مزود الخدمة من جهة أخرى.

جدول رقم (١٠-١): إطار مؤشرات قياس الخدمة (SMI)، المتاحة من قِبَل اتحاد مبادرة قياس الخدمات السحابية (CSMIC)

مؤشرات قياس الخدمة (SMI)						
هل يمكن الاعتماد على مزود الخدمة السحابية؟	هل يمكن تغيير الخدمة السحابية؟ وما مدى سرعة التغيير؟	ما احتمالية أن تعمل الخدمة السحابية كما هو متوقَّع؟	كم التكلفة المادية؟	هل تُؤدَّى الخدمة السحابية بالشكل الذي يريده المستفيد؟	هل الخدمة آمنة، ويتم حماية الخصوصية؟	هل من السهولة تعلّم واستخدام الخدمة السحابية؟
- القابلية للتدقيق. - الالتزام. - الخبرة التعاقدية. - سهولة القيام بالأعمال التجارية. - الحوكمة. - الملكية. - استقرار أعمال المزود. - شهادات المزود. - اتفاقية مستوى الخدمة (SLA). - أخلاقيات المزود. - متطلبات المزود. - سلسلة التوريد للمزود. - الدعم الفني. - الاستدامة.	- القابلية للتكيف. - المرونة. - القابلية للتوسع. - القابلية للتنقل. - القابلية للزيادة والانكماش في الحجم.	- الإتاحة. - القابلية للصيانة. - القابلية للتعافي. - الاعتمادية. - قابلية التعامل مع الأخطاء. - استقرار الخدمة. - نفعية الخدمة.	- عملية الفوترة. - التكلفة. - المرونة المالية. - الهيكل المالي للخدمة.	- الدقة. - جودة وظائف الخدمة. - قابلية التشغيل المشترك. - زمن استجابة الخدمة. - جدارة الخدمة.	- التحكم في الوصول وإدارة الصلاحيات. - جغرافية البيانات. - تكامل البيانات. - خصوصية البيانات وفقدانها - الأمن البيئي والمكاني. - إدارة التهديدات والقابلية للتهديدات. - إدارة الأمن. - القدرة على الاحتفاظ وإعادة التنظيم.	- قابلية الوصول. - متطلبات العملاء. - القابلية للتركيب. - القابلية للتعلم. - القابلية للتشغيل. - الشفافية. - القابلية للفهم.
المسؤولية يشمل هذا المؤشر السِمات المستخدمة لقياس خصائص مزود الخدمة. قد تكون هذه السِمات مستقلة عن الخدمة المقدمة.	**المرونة** يشير إلى مدى تأثير الخدمة على قدرة المستفيد لتغيير اتجاهه، وإستراتيجيته، ونهجه بسرعة، وبحدٍ أدنى من توقف الأعمال.	**الموثوقية** يشتمل هذا المؤشر على السِمات التي توضح مدى إمكانية إتاحة الخدمة كما هو متفق عليه.	**المالية** يشير هذا المؤشر إلى آلية الإنفاق المالي والتكاليف التي يدفعها المستفيد.	**الأداء** يغطي هذا المؤشر المميزات والمواصفات والوظائف الخاصة بالخدمة السحابية.	**الأمن والخصوصية** يشير هذا المؤشر إلى مدى كفاءة المزود في ضبط الوصول إلى الخدمة، وحماية البيانات والتجهيزات التقنية والمكانية.	**قابلية الاستخدام** يشير هذا المؤشر إلى مدى سهولة استخدام الخدمة.



شكل رقم (١٠-١): مواءمة اتفاقية مستوى الخدمة السحابية



شكل رقم (١٠-٢): مراقبة استخدام الخدمة السحابية وتدقيقها

- مراقبة الخدمات السحابية، والتدقيق عليها:

بمجرد اقتناء المستفيد للخدمة السحابية والبدء في استخدامها فعلياً، ينبغي أن يقوم المستفيد والمزود بالتحقق من أنَّ الخدمة تعمل ضمن حدود التشغيل المتفق عليها في اتفاقية مستوى الخدمة. ولا تتأتى عملية التحقق تلك إلا من خلال وجود مقاييس مناسبة للخدمة المقدَّمة تمكِّن من القيام بالمراقبة والتدقيق. وتهدف عملية المراقبة إلى تتبُّع واكتشاف الأخطاء قبل وقوعها وبعده، ومتابعة نسب وكميات وسلوك استخدام الموارد السحابية المرتبطة بالخدمة، وذلك من خلال متابعة مؤشرات الأداء وتحديد الخارج عن المألوف منها عبر الاطلاع على مقاييس أداء مخصصة لهذا الشأن؛ كنسب تشغيل المعالجات، واستغلال وسائط التخزين، وحجم حركة المرور على الشبكة، وعدد مرات النفاذ إلى مورد سحابي معين. بينما تهدف عملية التدقيق إلى مراجعة العمليات والضوابط التشغيلية والأمنية للتأكد من أنَّ الأنظمة والخدمات السحابية تلتزم بالضوابط واللوائح والقواعد التنظيمية المطلوبة، وتُحقِّق جميع المتطلبات التشغيلية والأمنية والبنود الواردة في اتفاقية مستوى الخدمة، وتتطلب عملية التدقيق أن يتم تدوين كل عمليات القراءة والكتابة من وعلى الوسائط التخزينية، وكذلك عمليات الوصول إلى الخدمات السحابية، ثم يتم التدقيق على كل هذه العمليات بشكل دوري. ويوضِّح الشكل رقم (١٠-٢) تمثيلاً بيانياً لآلية توظيف المقاييس المناسبة لمراقبة استخدام الخدمة السحابية والتدقيق على العمليات الجارية عليها.

٢/١٠ نماذج التسعير وقياس التكاليف:

يُعتبَر تخفيض تكلفة التشغيل وتحسين بيئة تقنية المعلومات من الأهداف التي يسعى المستفيد إلى تحقيقها. ولا يمكن أن يتحقق ذلك إلا من خلال فَهْم واستيعاب كيفية قياس التكاليف، والتعرف على نماذج التسعير المتاحة كمرحلة استباقية. وسواءً كانت بيئة التشغيل محلية داخل حدود المنظمة المستفيدة أو كانت بيئة سحابية، فإنَّ القدرة على استقراء ومقارنة نماذج التسعير الخاصة بالخدمات والتجهيزات المادية والبرمجيات يُعدُّ أمراً ضرورياً. وعلى الرغم أنَّ معظم آليات التسعير في الحوسبة السحابية تعتمد على نموذج الدفع حسب الاستخدام، إلا أنَّ هناك تصنيفاً أشمل لنماذج التسعير، حيث تشير البحوث العلمية (Ma et al., 2012; Kansal et al., 2014; Kash et al., 2017; Murthy et al., 2012; Du,

(2012; Babaioff et. al, 2017) والتطبيقات العملية إلى وجود ثلاثة أصناف رئيسية لنماذج التسعير المتعلقة باستخدام الخدمات في الحوسبة السحابية، وهي على النحو التالي:

- نموذج الدفع حسب الاستخدام:

في هذا النموذج، يتم احتساب تكلفة استخدام خدمات الحوسبة السحابية بنفس الطريقة التي يتمُّ بها احتساب تكلفة الخدمات العامة كالماء والكهرباء والهاتف، إذ إنَّه بنفس الطريقة التي يتفاوت فيها استخدام خدمة الكهرباء من وقت إلى آخر، فإنَّ مقدار استخدام الخدمات السحابية يمكن أيضاً أن يتفاوت من وقت إلى آخر بناءً على طلب العميل، والذي عادةً ما يتم تحديده بناءً على احتياجاته العملية. يتميز هذا النموذج بجاذبية فاعلة للعملاء، خصوصاً عندما تتسم احتياجات العميل من الموارد الحاسوبية بمستويات متفاوتة لا يمكن التنبؤ بها بشكل استباقي، ولفترات محدودة. ويتماشى هذا النموذج مع الخاصية الأولى من خصائص الحوسبة السحابية، وهي أنها "خدمة ذاتية وحسب الطلب". يتم في هذا النموذج قياس التكاليف المالية على المستفيد لكل وحدة زمنية (على سبيل المثال: بالساعة، أو باليوم، أو بالشهر) وعلى أساس الاستخدام. على سبيل المثال، يوضح الجدول رقم (١٠-٢) نموذجاً لتسعير خدمات الحوسبة السحابية في شركة الاتصالات السعودية (STC)، كما في شهر ديسمبر ٢٠١٧م.

جدول رقم (١٠-٢): تسعير الخدمات السحابية بناءً على نموذج الدفع حسب الاستخدام في شركة الاتصالات السعودية (STC)، كما في شهر ديسمبر ٢٠١٧م

الخدمة السحابية	السعر بالريال السعودي*
- خوادم افتراضية (*VMs*) بنظام تشغيل ويندوز أو لينكس: التسعير بالساعة، لاستخدام (٢٥٦ جيجابايت) ذاكرة رئيسية، و(٣٢ وحدة معالجة مركزية افتراضية – vCPU)، و(٥٠٠ ميجابت/ ثانية) معدل نقل البيانات.	١٩,٩١١ ريالاً / الساعة
- أسعار البرمجيات المرخصَّة: ويندوز سيرفر في قالب R1-Generic-1	٠,٢٥ ريال / الساعة

الخدمة السحابية	السعر بالريال السعودي*
- وحدة التخزين الثابتة (*Block Storage*): ٥٠ جيجابايت-الساعة. (في وحدة التخزين الثابتة، يتم تخزين وتوزيع البيانات على كتل متساوية الحجم في وسيط التخزين، وبعنوان ثابت لكل كتلة، وبدون معلومات وصفية عن البيانات (metadata)، ويتم استخدام هذا النوع غالباً لتخزين قواعد البيانات).	٠,٠٣٢٥ ريال / الساعة
- وحدة التخزين المرنة (*Object Storage*): ٥٠ جيجابايت- الساعة. (في وحدة التخزين المرنة، لا يتم تخزين وتوزيع البيانات على كتل متساوية الحجم في وسيط التخزين، لكن يتم تخزين كامل البيانات كوحدة واحدة، يُسمَّى كائناً يحتوي على البيانات نفسها ومعلومات وصفية عنها وبمحدد رقمي وحيد له، ويتم استخدام هذا النوع غالباً لتخزين البيانات غير المهيكلة).	٠,٠٢٣ ريال / الساعة
- عنوان شبكي ثابت (*IP Address*): ٥٠ عنواناً شبكيًا ثابتاً-الساعة.	٧,٥ ريالات / الساعة
- معدل نقل البيانات الشبكي (*Network Bandwidth*): ٥٠ جيجابايت.	٣٣,٥ ريالاً
المجموع	**٦١,٢١٦٥ ريالاً**
* **الأسعار المدرجة في هذا الجدول حسب تقدير التكاليف المعطاة من الموقع الإلكتروني للشركة**	
مثال على تسعير الخدمات السحابية بناءً على نموذج الدفع حسب الاستخدام	

- نموذج الاشتراك في الخدمة:

يسمح هذا النموذج بحجز الخدمة أو المورد السحابي مقدماً (مثل: الأمن كخدمة SECaaS، أو الخادم الافتراضي كمورد سحابي) مقابل سعر محدد، وحسب طلب المستفيد، ولفترة زمنية محددة (كشهر أو سنة). يتم في الغالب توقيع اتفاقية مستوى خدمة (SLA) لتفعيل الاشتراك في الخدمة المستهدفة. يقوم المستفيد في هذا النموذج إما بالدفع مقدماً وهو الغالب، أو الدفع في نهاية الفترة المتفَّق عليها. ويتم تحديد سعر الاشتراك حسب فترته الزمنية، ففي الغالب كلما طالت فترة الاشتراك انخفضت التكلفة

المالية له. يُشار إلى أنه يمكن للمستفيد الذي يستخدم الموارد السحابية بشكل كبير الاستفادة من مميزات هذا النموذج، إلا أنه في حالة الحاجة لاستخدام موارد الحوسبة على نحوٍ محدود فيُفضَّل استخدام نموذج الدفع حسب الاستخدام تجنُّباً للدفع لخدمة قد لا يتم استخدامها. يوضح الجدول رقم (١٠-٣) نموذجاً لتسعير الخدمات السحابية بناءً على نموذج الاشتراك في الخدمة، كما في شهر ديسمبر ٢٠١٧م.

جدول رقم (١٠-٣): تسعير الخدمات السحابية بناءً على نموذج الاشتراك في الخدمة، كما في شهر ديسمبر ٢٠١٧م

مزود الخدمة السحابية	الخدمة السحابية	السعر*
شركة الاتصالات السعودية (STC)	- خدمة الأمن كخدمة (*SECaaS*): هي خدمة أمنية تديرها الشركة للمستفيدين الحاليين من خدمة البنية التحتية كخدمة (IaaS)، حيث يتم تطبيق إجراءات أمنية على الموارد السحابية العائدة للمستفيد بنفس الطريقة الموجودة في مراكز البيانات الداخلية لمنظمةٍ مستفيدة.	٦٢٠٠ ريال سعودي شهرياً
شركة دروبوكس (Dropbox)	- خدمة التخزين السحابي: ٢ تيرابايت	١٥ دولاراً أمريكياً شهرياً على أساس عقد شهري أو ١٢,٥ دولاراً أمريكياً شهرياً على أساس عقد سنوي
شركة قوقل (Google)	- خدمة محرك تطبيقات قوقل (*Google App Engine*): ١٠ خوادم افتراضية / ساعة، و١ جيجابايت ذاكرة رئيسية، و١٠٠ جيجابايت تخزين دائم.	٣٦٤,١٦ دولاراً أمريكيًّا شهرياً

مزود الخدمة السحابية	الخدمة السحابية	السعر*
شركة جوينت (Joynet)	- خدمة الخادم الذكي (*Joynet Smart Machine*): ٢ وحدة معالجة مركزية افتراضية (vCPU)، و٨ جيجابايت ذاكرة رئيسية/ ساعة، و١ جيجابايت تخزين دائم في الشهر.	٩٧,٠٩ دولاراً أمريكيًا شهرياً
شركة مايكروسوفت (Microsoft)	- خدمة مايكروسوفت أزور (*Microsoft Azure*): نظام تشغيل ويندوز، وخادم SQL، و٥ خوادم افتراضية (VMs)، و١٤ جيجابايت ذاكرة رئيسية، و٢٠٠ جيجابايت تخزين مؤقت.	١٣٨٥,٥٧ دولاراً أمريكيًا شهرياً بعقد سنوي
شركة أمازون (Amazon)	- خدمة الويب من أمازون (*AWS*): نظام تشغيل ويندوز، و١٠ خوادم افتراضية (VMs)، و٣٢ جيجابايت ذاكرة رئيسية، و١٠٠ جيجابايت تخزين مؤقت.	٢١٣١,٦٠ دولاراً أمريكيًا شهرياً بعقد سنوي
*** الأسعار المدرجة في هذا الجدول حسب تقدير التكاليف المعطاة من الموقع الإلكتروني لكل شركة**		
مثال على تسعير الخدمات السحابية بناءً على نموذج الاشتراك في الخدمة السحابية		

- نموذج التسعير الهجين:

عبارة عن نموذج يتوسط بين نموذجي الدفع حسب الاستخدام، والاشتراك في الخدمة، ويجمع بين مواصفاتهما، حيث يتم أولاً الاشتراك في خدمة سحابية لفترة زمنية محددة (على سبيل المثال، اشتراك سنوي) ويتم الدفع لها بشكل دوري، وخلال مدة الاشتراك هذه يمكن للمستفيد طلب موارد أخرى حسب الحاجة بحيث يتم الدفع حسب الاستخدام. يوضح الجدول رقم (١٠-٤) نموذجاً لتسعير الخدمات السحابية بناءً على نموذج التسعير الهجين.

جدول رقم (١٠-٤): تسعير الخدمات السحابية بناءً على نموذج التسعير الهجين

مزود الخدمة السحابية	الخدمة السحابية، وآلية تسعيرها
شركة جوينت (Joynet)	- خدمة الخادم الذكي (*Joynet Smart Machine*): ● الاشتراك (بعقد سنوي، والدفع شهرياً) في باقة مثل: (٣٢ جيجابايت (GB) ذاكرة رئيسية، و١٠٠ جيجابايت (GB) تخزين). ● عند تجاوز معدلات الاستخدام لحدود الباقة أعلاه، يتم التسعير باستخدام نموذج الدفع حسب الاستخدام لكل جيجابايت (GB).
شركة قوقل (Google)	- خدمة محرك تطبيقات قوقل (*Google App Engine*): ● الاشتراك (بعقد سنوي، والدفع شهرياً) في باقة مثل: ١٠ خوادم افتراضية (VMs)، و٣٢ جيجابايت (GB) ذاكرة رئيسية، و١٠٠ جيجابايت (GB) تخزين. ● عند تجاوز معدلات الاستخدام لحدود الباقة أعلاه، يتم التسعير باستخدام نموذج الدفع حسب الاستخدام لكل وحدة معالجة، ولكل جيجابايت (GB) للذاكرة الرئيسية والتخزين، على أساس الاستخدام بالساعة.
شركة مايكروسوفت (Microsoft)	- خدمة قواعد البيانات (*SQL*): ● الاشتراك (بعقد شهري) في باقة، مثل: حجز مساحة تخزينية ١٠٠ جيجابايت (GB) لقاعدة بيانات مستقلة ومعزولة. ● عند تجاوز المساحة التخزينية (١٠٠ جيجابايت)، يتم التسعير باستخدام نموذج الدفع حسب الاستخدام لكل جيجابايت (GB) وعلى أساس شهري.
مثال على تسعير الخدمات السحابية بناءً على نموذج التسعير الهجين	

بعد أن تمَّ استعراض نماذج التسعير الثلاثة: (نموذج الدفع حسب الاستخدام، ونموذج الاشتراك في الخدمة، ونموذج التسعير الهجين)، نتطرق فيما يلي إلى ثلاثة أنواع من مقاييس تكاليف الخدمات في الحوسبة السحابية. وهذه المقاييس هي: مقاييس تكاليف أعمال السحابة، ومقاييس تكاليف استخدام السحابة، ومقاييس تكاليف إدارة السحابة. يجدر بالذكر أنَّ استخدام هذه المقاييس يساعد المستفيدين من الحوسبة السحابية في القيام بالتحليلات المالية المطلوبة لاتخاذ قرارات مهمة، مثل تبنّي الحلول السحابية، أو تغيير مزود خدمة. كما أنَّ هذه المقاييس تُعتبَر ركيزةً أساسية للقيام بمهام مراقبة تشغيل وأداء الخدمات السحابية، والتدقيق على العمليات التي تجريها الخدمات السحابية.

١/٢/١٠ مقاييس تكاليف أعمال السحابة:

تطرقنا في الفصول السابقة إلى أنه عند الرغبة في الانتقال من البيئة التقنية الداخلية إلى البيئة السحابية، ينبغي أن تكون متطلبات واحتياجات أعمال المنظمة المستفيدة هي المحدد الرئيسي لقرار الانتقال من عدمه. ولا شك أنَّ تحديد متطلبات المستفيد تتأثر بعوامل عدة، من ضمنها: الملاءة المالية للمستفيد، والتكاليف المالية المترتبة على تبنّي أو الانتقال إلى السحابة، وحجم قاعدة المستخدمين، ومدى استقرار وتغيّر متطلبات الأعمال، وأولوية أمن البيانات والموارد الأخرى، ومدى توفُّر الكفاءات من الموارد البشرية المُدرَّبَة للقيام بصيانة وإدارة السحابة، وغيرها من العوامل الأخرى. ولِمَا للتكاليف المالية من أهمية في توجيه قرار التبنّي أو الانتقال إلى السحابة من عدمه، نستعرض فيما يلي الأنواع الشائعة لهذه التكاليف والمقاييس المرتبطة بها. وتتمثل هذه التكاليف في ستة أنواع، هي: التكاليف الأولية، والتكاليف التشغيلية، والتكاليف الرأسمالية، والتكاليف الثابتة، وتكاليف اختبار تكامل الموارد التقنية، وتكاليف الارتباط والانتقال. ينبغي أن يُقدِّر المستفيد هذه التكاليف من منظور التشغيل على السحابة، ومن ثَمَّ مقارنتها بالتكاليف المرتبطة بشراء الموارد التقنية وتشغيلها داخلياً دون الحاجة للانتقال إلى السحابة. وبناءً على نتائج هذه المقارنة، تتضح الصورة جلية للمستفيد لاتخاذ القرار المناسب.

- التكاليف الأولية:

تتمثل التكاليف الأولية في تلك التكاليف التي ترتبط بإنشاء وتجهيز مراكز البيانات، وشراء رخص البرمجيات، واستقطاب الكفاءات المؤهلة، ونشر وإطلاق الموارد التقنية وإداراتها. دائماً ما تكون هذه التكاليف مرتفعة جداً عندما يتعلق الأمر بشراء

واستضافة موارد السحابة داخل المنظمة لتتم إدارتها وتشغيلها داخلياً. تشمل قيمة هذه التكاليف أسعار التجهيزات المادية، وأسعار البرمجيات، وتكاليف العمالة المؤهلة. من ناحية أخرى، تنخفض التكاليف الأولية عند التوجه إلى السحابة حيث تقتصر فقط على دفع أجْرَة العمالة المؤهلة لتقييم وتجهيز البيئة السحابية.

- التكاليف التشغيلية:

تشير التكاليف التشغيلية إلى تلك التكاليف التي ترتبط بتشغيل وصيانة الموارد التقنية التي تستخدمها المنظمة المستفيدة. ففي حالة الاستضافة والتشغيل الداخلي من قِبَل المستفيد نفسه، تقتصر هذه التكاليف على رواتب العمالة، ورخص البرمجيات الدورية، ورسوم الكهرباء والتبريد، والتأمين. وفي حالة التشغيل على السحابة تتجاوز هذه التكاليف نظيرتها في الاستضافة الداخلية، خصوصاً عندما تكون على مدار فترة زمنية طويلة. ومن أمثلة التكاليف التشغيلية المرتبطة بالسحابة (بالنسبة للمستفيد): رسوم استئجار التجهيزات التقنية الافتراضية (مثل: الخوادم الافتراضية، والذاكرة الرئيسية الافتراضية، ووسائط التخزين الافتراضية)، ورسوم رُخص البرمجيات، ورسوم تبادل البيانات على الشبكة (النطاق الترددي)، ورواتب العمالة.

- التكاليف الرأسمالية:

تشير التكاليف الرأسمالية إلى تلك التكاليف التي تتحملها المنظمة المستفيدة في سبيل الحصول على رأس المال اللازم لشراء أو اقتناء التجهيزات التقنية والبرمجيات ذات العلاقة. وعادةً ما تتمثل هذه التكاليف في أسعار الفائدة إذا كان الحصول على رأس المال يتم عن طريق الاستدانة، أو تكون على هيئة تكاليف حقوق ملكية إذا تمَّ جمع رأس المال عن طريق إصدار أسهم في حال كانت المنظمة شركة عامة ومدرجة في سوق الأسهم. ويدخل ضمن هذه التكاليف جميع المصاريف الإدارية اللازمة للحصول على رأس المال. لذا عند مقارنة التكاليف الرأسمالية اللازمة للحصول على مبلغ كبير دفعةً واحدة، بالتكاليف الرأسمالية اللازمة للحصول على نفس المبلغ ولكن على مدار فترة زمنية طويلة (على سبيل المثال، خمس سنوات)؛ فإنَّ تكلفة الحصول على المبلغ دفعةً واحدة تكون مرتفعة جداً. وبناءً عليه، يُوصَى بأنه كلما ارتفعت التكاليف الرأسمالية المرتبطة بالتكاليف الأولية اللازمة لشراء التجهيزات المادية والبرمجيات، كان ذلك مبرراً

للتوجه إلى الحل الآخر، وهو استخدام الموارد السحابية الجاهزة التي تتوزع تكاليف استخدامها على مُدد زمنية طويلة، وبالتالي لا تتطلب توفير مبلغ كبير دفعةً واحدة.

- التكاليف الثابتة:

تشير التكاليف الثابتة إلى تلك التكاليف التي سبق أن دفعتها المنظمة مقابل الحصول على منفعة، كالتجهيزات المادية والبرمجيات، ولا يمكن بأي حال من الأحوال استرجاع قيمة هذه التكاليف. لذا فإنه بالنظر إلى مجموع التكاليف الأولية والتكاليف الثابتة كاستثمار تمَّ تكبُّده من قِبَل المنظمة المستفيدة، ثم مقارنة هذه التكاليف بما سيتم تحمُّله من تكاليف أخرى عند الانتقال إلى الحوسبة السحابية، فإنه من الصعوبة بمكان القبول بهذا التوجه كحل بديل، على الأقل من منظور التكاليف الثابتة.

- تكاليف اختبار تكامل الموارد التقنية:

قبل الانتقال من البيئة التقنية الداخلية إلى البيئة السحابية، ينبغي أن يتم تقدير التكاليف المرتبطة بعمل الاختبارات اللازمة لجعل الموارد التقنية المحلية من أجهزة وتطبيقات وبرمجيات، متوافقةً للعمل في البيئة السحابية، ويشمل ذلك تكاليف توفير واجهات التطبيقات البرمجية (APIs)، وتكاليف العمَالَة المؤهلة لتمكين التشغيل البيني بين الموارد المحلية والموارد السحابية. ويُسمَّى هذا النوع من التكاليف بتكاليف اختبار تكامل الموارد التقنية. هناك بعض الموارد التقنية غير المرشحة للعمل في البيئة السحابية ما لم يتم تكييفها بتعديل مكوناتها الداخلية، أو إضافة مكونات أخرى مساندة لها. وكمثال على هذه الموارد، تبرز التطبيقات التي يرتبط تشغيلها بتجهيزات مادية معينة أو بنظام تشغيل محدد، والتطبيقات الحساسة لوقت الاستجابة، والتطبيقات غير المرنة. من خلال هذه التطبيقات، يمكن للمستفيد تقدير حجم وتكاليف العمل المطلوب لتكييفها مع البيئة السحابية واتخاذ القرار المناسب حيال ذلك، أو يكون الخيار متاحاً باستبدالها بشكل كامل من خلال التطوير الداخلي أو اقتناء الخدمات السحابية الجاهزة. وبالنظر إلى تكاليف اختبار تكامل الموارد التقنية، فإنه كلما ارتفعت قيمتها أصبح خيار الانتقال إلى السحابة أقل جاذبيةً بالنسبة للمستفيد.

- تكاليف الانتقال والارتباط:

من الميزات التي تتيحها الحوسبة السحابية إمكانية التنقُّل من مزود خدمة إلى آخر أو من سحابة إلى أخرى، تبعاً لظروف تفرضها الاحتياجات العملية؛ إما بسبب البحث عن

تكاليف أقل، أو توفُّر خصائص جديدة في خدمة سحابية غير موجودة في الخدمة السحابية الحالية، أو بغرض تحسين أداء الخدمة، وغيرها من الأسباب الأخرى. وعلى الرغم من المرونة التي تتيحها هذه الميزة للمستفيد، إلا أنَّ هناك قيوداً قد تحدُّ من حرية الانتقال من سحابة إلى أخرى، ومن ضمنها: عدم توافقية الموارد السحابية، واختلاف هيكلية وصيغ البيانات من مزود إلى آخر. نتيجةً لذلك، يُوصَى أن يقوم المستفيد، عند تقدير التكاليف قبل الانتقال إلى السحابة، أن يتم مراعاة التكاليف المرتبطة بإمكانية الحاجة للانتقال من مزود خدمة إلى آخر أو من سحابة إلى أخرى، وكذلك التكاليف المتعلقة باستدامة الارتباط بمزود واحد فقط نتيجةً لتعذُّر نقل البيانات إلى مزود آخر، أو كون مزود الخدمة هو المطوّر الأول والرئيسي للخدمة السحابية. لذا فإنه من المرجح مع ارتفاع تكاليف الانتقال والارتباط، أن يصبح خيار الانتقال إلى السحابة أقل جاذبيةً بالنسبة للمستفيد.

من خلال تحديد تكاليف الأعمال المتمثلة في التكاليف الأولية، والتكاليف التشغيلية، والتكاليف الرأسمالية، والتكاليف الثابتة، وتكاليف اختبار تكامل الموارد التقنية، وتكاليف الارتباط والانتقال؛ يمكن إجراء تحليل مالي يُسمَّى تحليل التكلفة الإجمالية للملكية (TCO)، الذي يكشف عن كلِّ التكاليف التي تظهر منذ امتلاك الموارد التقنية، وبالتالي تساعد نتائج هذا التحليل على إجراء مقارنة تقديرات التكاليف المالية لتنفيذ الحلول التقنية، إما في البيئة التقليدية الداخلية أو في البيئة السحابية. ولإجراء هذه المقارنة، ينبغي أولاً أن يتم افتراض الفترة الزمنية التشغيلية للموارد التقنية، وعادةً ما تتراوح هذه الفترة بين ثلاث سنوات، أو خمس، أو عشر. يوضح الجدول رقم (١٠-٥) قالباً يمكن استخدامه لإجراء تحليل التكلفة الإجمالية للملكية (TCO)، لمقارنة تقديرات التكاليف في البيئة التقليدية الداخلية مقابل التكاليف في البيئة السحابية. ينبغي ملاحظة أنَّ جميع قيم التكاليف المدرجة في هذا الجدول هي تقديرية ولا تعكس مثالاً حقيقياً؛ إنما يكمن الهدف منها في إيضاح كيفية القيام بتحليل التكلفة الإجمالية للملكية (TCO). كما نلاحظ من خلال الاطلاع على الجدول أنَّ التكاليف الأولية تضمنت ثلاثة تكاليف تفصيلية، هي: تكاليف التجهيزات المادية، وتكاليف رخص البرمجيات، وتكاليف الكفاءات البشرية المؤهلة؛ في حين تضمنت التكاليف التشغيلية سبعة تكاليف تفصيلية، هي: تكاليف خوادم التطبيقات، وتكاليف خوادم قواعد البيانات، وتكاليف الشبكة (الاستضافة، وتناقل البيانات)، وتكاليف رخص البرمجيات، وتكاليف صيانة التجهيزات المادية، وتكاليف إيجار وصيانة المساحة المكانية، والتكاليف الإدارية المصاحبة

للتكاليف التشغيلية. وبناءً على نتيجة تحليل مقارنة تكاليف البيئة التقنية المحلية بنظيرتها السحابية في هذا المثال تحديداً، تشير نتائج المقارنة إلى أنَّ خيار الانتقال إلى السحابة يُعتبر أقلَّ كُلفَة مادية من تبنّي خيار البنية التقنية الداخلية بالنسبة للمنظمة المستفيدة.

٢/٢/١٠ مقاييس تكاليف استخدام السحابة:

بعد الانتقال إلى البيئة السحابية واستخدام مواردها فعلياً، يتم توظيف مجموعة من المقاييس التي تُعتبر وسيلة مهمة للتحقق من صحة تقديم هذه الخدمات السحابية، وحساب تكاليفها المالية، ومراقبة أدائها، وأنها تعمل ضمن حدود التشغيل المتفق عليها في اتفاقية مستوى الخدمة (SLA). هناك أربعة أنواع رئيسية من مقاييس استخدام الخدمات السحابية، والتي يتم إدراجها في معادلات حساب التكاليف المالية المرتبطة باستخدام الموارد السحابية. وهذه المقاييس هي:

جدول رقم (١٠-٥): قالب يمكن استخدامه لتحليل التكلفة الإجمالية للملكية (TCO) بغرض مقارنة تقديرات التكاليف في البيئة التقنية المحلية مقابل التكاليف في البيئة السحابية.

م	نوع تكاليف الأعمال	تفاصيل التكاليف	التكاليف في البيئة التقنية المحلية للمنظمة	التكاليف في البيئة السحابية
١	التكاليف الأولية [أ]	تكاليف التجهيزات المادية (Hardware).	٢٠٠،٠٠٠ ريال	لا ينطبق
		تكاليف رخص البرمجيات (Software).	٢٥٠،٠٠٠ ريال	لا ينطبق
		تكاليف الكفاءات البشرية المؤهلة.	١٠٠،٠٠٠ ريال	١٠٠،٠٠٠ ريال
		مجموع التكاليف الأولية [ب]	**٥٥٠،٠٠٠ ريال**	**١٠٠،٠٠٠ ريال**

م	نوع تكاليف الأعمال	تفاصيل التكاليف	التكاليف في البيئة التقنية المحلية للمنظمة	التكاليف في البيئة السحابية
٢	التكاليف التشغيلية [ب]	تكاليف خوادم التطبيقات.	لا ينطبق	٤٥٠،٠٠٠ ريال
		تكاليف خوادم قواعد البيانات.	لا ينطبق	٧٠،٠٠٠ ريال
		تكاليف الشبكة (الاستضافة، وتناقل البيانات).	لا ينطبق	١٢،٠٠٠ ريال
		تكاليف رخص البرمجيات.	١٢٠،٠٠٠ ريال	لا ينطبق
		تكاليف صيانة التجهيزات المادية.	٧٠،٠٠٠ ريال	لا ينطبق
		تكاليف إيجار وصيانة المساحة المكانية.	٦٠٠،٠٠٠ ريال	لا ينطبق
		التكاليف الإدارية.	٤٠٠،٠٠٠ ريال	٢٥٠،٠٠٠ ريال
		مجموع التكاليف التشغيلية	**١،١٩٠،٠٠٠ ريال**	**٧٨٢،٠٠٠ ريال**
٣	التكاليف الرأسمالية [ج]		**١٦،٥٠٠ ريال**	**٣،٠٠٠ ريال**
٤	التكاليف الثابتة [د]		**١٠٠،٠٠٠ ريال**	لا ينطبق
٥	تكاليف اختبار تكامل الموارد التقنية		لا ينطبق	**١٥٠،٠٠٠ ريال**
٦	تكاليف الانتقال والارتباط		لا ينطبق	**١٥٠،٠٠٠ ريال**
	المجموع الكلي لتكاليف الأعمال **		**١،٨٥٦،٥٠٠ ريال**	**١،١٨٥،٠٠٠ ريال**

أ. التكاليف الأولية هي تكاليف تحدث لمرة واحدة فقط.

ب. تمَّ تقدير التكاليف التشغيلية على أساس تشغيل الموارد التقنية لمدة خمس سنوات.

ج. تمَّ تحديد التكاليف الرأسمالية على أساس سعر فائدة = ٣% من قيمة التكاليف الأولية.

د. تمَّ تقدير التكاليف الثابتة على أساس أنها = التكلفة الأولية للموارد التقنية – التكلفة المستهلكة + القيمة الحالية للموارد التقنية.

** تشير نتيجة تحليل تكاليف البيئة التقنية المحلية مقارنة بنظيرتها السحابية إلى أنَّ خيار الانتقال إلى السحابة يُعتبر أقلَّ كُلفَة مادية للمنظمة المستفيدة.

(ملاحظة: جميع قيم التكاليف المدرجة في هذا الجدول هي تقديرية وغير حقيقية، والهدف منها إيضاح كيفية القيام بتحليل التكلفة الإجمالية للملكية (*TCO*)).

- مقاييس استخدام الخدمة السحابية.
- مقاييس استخدام الخوادم.
- مقاييس استخدام التخزين السحابي.
- مقاييس استخدام الشبكة السحابية.

نستعرض فيما يلي وصفاً تفصيلياً عن كل نوع من هذه المقاييس، مع توضيح كيفية احتساب كل مقياس، ومدى تكرار استخدام هذه المقاييس، مع ذكر نموذج خدمات الحوسبة السحابية (IaaS, PaaS, SaaS) الذي يمكن استخدام المقياس معه، وإعطاء مثال لكل مقياس.

جدول رقم (١٠-٦): مقاييس استخدام الخدمة السحابية

م	مقياس استخدام الخدمة السحابية	كيفية احتساب المقياس	تكرار استخدام المقياس	نموذج خدمات الحوسبة السحابية	مثال
١	الفترة الزمنية للاشتراك في الخدمة.	تاريخ انتهاء الاشتراك – تاريخ بداية الاشتراك	يومي، شهري، سنوي	البرمجيات كخدمة (SaaS)	سنة بتكلفة ٣٦٠٠ ريال.
٢	عدد مستخدمي الخدمة السحابية.	عدد المستخدمين	شهري، سنوي	البرمجيات كخدمة (SaaS)	١٠ ريالات لكل مستخدم إضافي لكل شهر.
٣	عدد المعاملات المتبادلة.	عدد المعاملات المنجزة، والمعاملة الواحدة هي رسالة متبادلة بين المستفيد والمزود.	مستمرة	البرمجيات كخدمة (SaaS) والمنصة كخدمة (PaaS)	ريال واحد لكل ١٠٠٠ معاملة.

- مقاييس استخدام الخدمة السحابية:

الخدمة السحابية هي خدمة تؤدي مهامَّ محددةً يطلبها المستفيد ويشغلها عبر شبكة الإنترنت، من خلال استخدام مجموعة من الموارد السحابية (كالخوادم، ووسائط التخزين، والشبكة). ومن الأمثلة على الخدمات السحابية: خدمة إدارة علاقات العملاء

(CRM)، وخدمة مايكروسوفت أوفيس ٣٦٥. هناك ثلاثة مقاييس يتم استخدامها لقياس كميات استخدام الخدمة السحابية لغرض احتساب التكاليف المالية، وهي:

- مقياس الفترة الزمنية للاشتراك في الخدمة: يشير هذا المقياس إلى الفترة الزمنية التي يغطيها اشتراك المستخدم في الخدمة السحابية ابتداءً من تاريخ الاشتراك في الخدمة وانتهاءً بتاريخ نهاية الاشتراك.
- مقياس عدد مستخدمي الخدمة السحابية: يشير هذا المقياس إلى عدد المستخدمين من المنظمة المستفيدة والمسجلين رسمياً لدى المزود لاستخدام الخدمة السحابية.
- مقياس عدد المعاملات المتبادلة: يشير هذا المقياس إلى عدد المعاملات التي تنجزها الخدمة السحابية بطلب من المستفيد. وتتضمن المعاملة الواحدة تبادلاً لطلب موجَّه من المستفيد إلى المزود، واستجابةً من المزود إلى المستفيد.

يوضح الجدول رقم (١٠-٦) مقاييس استخدام الخدمة السحابية، مع إعطاء بعض التفاصيل الخاصة بكل مقياس، ومثال على كل مقياس.

- مقاييس استخدام الخوادم:

تفعيلاً للخاصية الأساسية من خصائص الحوسبة السحابية: أنها "ذات مرونة سريعة في تخصيص وتحرير الموارد الافتراضية"، فإنه بالإمكان أن يتم بناءً على طلب المستفيد تخصيص وتحرير الخوادم الافتراضية ووسائط التخزين الافتراضية والموارد الشبكية، بالأعداد والمساحات والسِعَات والسرعات التي تتناسب واحتياجات أعمال المستفيد، حسب طلبه. في هذا السياق، يتيح معظم مزودي الخدمات خيارات ومواصفات متعددة عند تخصيص الخوادم الافتراضية، حيث تختلف عن بعضها البعض في قدرة المعالِجات المخصصة (vCPU) وعددها، وحجم الذاكرة الرئيسية (RAM) المخصصة مع كل خادم افتراضي. وتماشياً مع ذلك، يمكن للمستفيد إنشاء حالات أو نُسَخ (instances) متعددة من الخادم الافتراضي تختلف عن بعضها البعض في المواصفات والوظائف المنوطة به. يجدر بالذكر أنَّ الخادم الافتراضي عبارة عن كائن برمجي يحتوي على مواصفات يختارها المستفيد، وعلى مجموعة وظائف مخوَّلة بالتعامل مع الموارد الحاسوبية الافتراضية، مثل: أنظمة التشغيل، وخوادم التطبيقات، والتطبيقات البرمجية.

جدول رقم (١٠-٧): مقاييس استخدام الخوادم

م	مقياس استخدام الخوادم	كيفية احتساب المقياس	تكرار استخدام المقياس	نموذج خدمات الحوسبة السحابية	مثال
١	مقياس تخصيص نُسَخ الخادم الافتراضي بناءً على الطلب	وقت التشغيل الفعلي، مطروحاً منه أوقات الأعطال، ابتداءً من تاريخ ووقت تفعيل الخدمة إلى تاريخ ووقت إيقاف الخدمة.	مستمر وتراكمي طوال مدة التشغيل	البنية التحتية كخدمة (IaaS) والمنصة كخدمة (PaaS)	خادم افتراضي واحد بمعالج افتراضي واحد، وذاكرة رئيسية ٣,٥ جيجابايت، بسعر ٠,٥٠ ريال/ الساعة.
٢	مقياس تخصيص نُسَخ الخادم الافتراضي بالحجز	الفترة الزمنية من بداية تاريخ الحجز إلى نهاية تاريخ الحجز.	شهري، سنوي	البنية التحتية كخدمة (IaaS) والمنصة كخدمة (PaaS)	خادم افتراضي واحد بمعالج افتراضي واحد، وذاكرة رئيسية ٣,٥ جيجابايت، بسعر ٢١٠ ريالات/ السنة، وبما يعادل ٠,٠٢٣ ريال/ الساعة.

ويتم قياس استخدام الخوادم الافتراضية من خلال مقاييس بسيطة، بالذات في بيئات البنية التحتية (IaaS) كخدمة والمنصة كخدمة (PaaS)، حيث يتم تحديد عدد الخوادم الافتراضية المخصَّصة والمواصفات المرتبطة بكل خادم افتراضي. ولإعطاء مزيد من المرونة للمستفيد بما يتناسب مع احتياجاته العملية، يتم تقسيم تخصيص الخوادم الافتراضية إلى نوعين رئيسيين:

- مقياس تخصيص نُسَخ الخادم الافتراضي بناءً على الطلب: حيث يحدد المستفيد أولاً عدد النُسَخ التي يحتاجها من الخوادم الافتراضية، ثم يتم تحديد مواصفات

وخصائص هذه النُسَخ (كتحديد الموقع الجغرافي الأنسب، ونظام التشغيل، وعدد المعالجات الافتراضية، وحجم الذاكرة الرئيسية). يتوقف احتساب التكاليف على أوقات التشغيل الفعلية مطروحاً منها أوقات الأعطال إن وُجدَت. ويتم حساب وقت التشغيل الفعلي ابتداءً من تاريخ ووقت تفعيل الخدمة إلى تاريخ ووقت إيقاف الخدمة. يتناسب هذا المقياس مع تلك الاحتياجات العملية المستمرة على فترات زمنية قصيرة، حيث يمكن إيقاف تشغيل نُسَخ الخادم الافتراضي في الوقت الذي يختاره المستفيد.

- o مقياس تخصيص نُسَخ الخادم الافتراضي بالحجز: حيث يحدد المستفيد أولاً عدد النُسَخ التي يحتاجها من الخوادم الافتراضية، ثم يتم تحديد مواصفات وخصائص هذه النُسَخ (كتحديد الموقع الجغرافي الأنسب، ونظام التشغيل، وعدد المعالجات الافتراضية، وحجم الذاكرة الرئيسية)، ثم يحدد المستفيد الفترة الزمنية التي يريد حجز الخادم الافتراضي خلالها، وفي الغالب قد تكون الفترة شهرية أو سنوية أو أكثر. وبمجرد الاشتراك في الخدمة للمدة الزمنية المطلوبة، يتم خصم التكاليف المالية مُقدَّماً. يتناسب هذا المقياس مع تلك الاحتياجات العملية المستمرة على فترات زمنية طويلة. يجدر بالذكر أنَّه بمقارنة تكاليف الاستخدام "بالساعة" بين التخصيص بناءً على الطلب والتخصيص بالحجز، فإنَّ تكاليف التخصيص بالحجز حسب تكلفة ساعة الاستخدام أقلُّ بكثير من التكاليف بناءً على الطلب؛ كون التخصيص بالحجز يمتد لفترة طويلة.

يوضح الجدول رقم (١٠-٧) مقاييس استخدام الخوادم، مع إعطاء بعض التفاصيل الخاصة بكل مقياس، ومثال على كل مقياس.

- مقاييس استخدام التخزين السحابي:

بتفعيل التخزين السحابي يمكن للمستفيد طلب أي سِعَة تخزينية يحتاجها، ويتم عرض كل وسائط التخزين الافتراضية المرتبطة والموزعة على السحابة وكأنها مخزن واحد، ويتم التمكين للتوسُّع والانكماش الذاتي في السِعات التخزينية حسب احتياجات المستفيد. ومن الأمثلة على خدمات التخزين السحابية: خدمة دروبوكس (Dropbox)، وخدمة مايكروسوفت أزور (MS Azure)، وهي خدمات سحابية تتيح التخزين الدائم بأشكال وأحجام مختلفة.

لذا، فإنَّ تكاليف استخدام التخزين السحابي تعتمد على حجم السعة التخزينية المخصصة للمستفيد خلال فترة زمنية محددة. ويتم استخدام ثلاثة مقاييس شائعة لحساب تكاليف استخدام التخزين السحابي:

- مقياس تخصيص السعة التخزينية بناءً على الطلب: حيث يحدد المستفيد أولاً حجم السعة التخزينية المطلوبة (عادةً يتم استخدام وحدات القياس جيجابايت (GB)، تيرابايت (TB))، ويتيح معظم مزودي الخدمة إمكانية اختيار الموقع الجغرافي حيث يتم التخزين، وكذلك اختيار الوحدات المنطقية المستخدَمة لتخزين البيانات (ملفات، أو جداول، أو كتل، أو كائنات). هناك نموذجان متاحان للاشتراك في الخدمة: نموذج الدفع حسب الاستخدام (حيث يتم اختيار بدء تفعيل الخدمة وإنهائها حسب رغبة المستفيد)، ونموذج الاشتراك في الخدمة (حيث يتم أولاً تحديد تاريخ تفعيل الخدمة ثم تحديد الفترة الزمنية المطلوبة، إما شهرًا أو سنة أو أكثر). ويعتمد احتساب تكاليف التخزين على حجم السعة التخزينية المخصصة محسوبة بعدد الجيجابايت (GBs)، وعلى المدة الزمنية المختارة.

- مقياس البيانات المنقولة: حيث يتم حساب كمية البيانات المنقولة من (مخرجات) وإلى (مدخلات) الوسيط التخزيني السحابي بوحدة القياس جيجابايت (GB)، ثم يتم احتساب التكاليف المالية حسب هذه الكميات المنقولة.

- مقياس عمليات القراءة والكتابة: بجانب مقياس تخصيص السعة التخزينية بناءً على الطلب، يستخدم بعض مزودي الخدمة مقياس عمليات القراءة والكتابة لاحتساب التكاليف المالية، حيث يتم تحديد حد معين لعدد عمليات القراءة والكتابة المسموح بها ضمن سعر الباقة التخزينية المختارة. ويتم عدُّ هذه العمليات من (قراءة) وعلى (كتابة) الوسيط التخزيني السحابي، ثم يتم احتساب التكاليف المالية حسب مجموع هذه العمليات.

يوضح الجدول رقم (١٠-٨) مقاييس استخدام التخزين السحابي، مع إعطاء بعض التفاصيل الخاصة بكل مقياس ومثال على كل مقياس.

جدول رقم (١٠-٨): مقاييس استخدام التخزين السحابي

م	مقياس استخدام التخزين السحابي	كيفية احتساب المقياس	تكرار استخدام المقياس	نموذج خدمات الحوسبة السحابية	مثال
١	مقياس تخصيص السعة التخزينية بناءً على الطلب.	يعتمد احتساب تكاليف التخزين على حجم السعة التخزينية المخصصة محسوبة بعدد الجيجابايت (GBs)، وعلى المدة الزمنية المختارة.	مستمر	البنية التحتية كخدمة (IaaS)، والمنصة كخدمة (PaaS)، والبرمجيات كخدمة (SaaS)	٢٠٤٨ جيجابايت (أو ٢ تيرابايت) مساحة تخزينية، ولمدة سنة، بسعر ٥٠ ريالاً شهرياً.
٢	مقياس البيانات المنقولة.	مجموع البيانات المنقولة، عدد الجيجابايت، من وإلى الوسيط التخزيني السحابي.	مستمر	البنية التحتية كخدمة (IaaS) والمنصة كخدمة (PaaS)	كل ١٠٢٤ جيجابايت منقولة بسعر ٠,٥٠ ريال.
٣	مقياس عمليات القراءة والكتابة	عدد عمليات القراءة من الوسيط التخزيني والكتابة عليه	مستمر	البنية التحتية كخدمة (IaaS) والمنصة كخدمة (PaaS)	٠,١٩ ريال لكل ١٠٠،٠٠٠ عملية كتابة، و٠,٠٢ ريال لكل ١٠٠،٠٠٠ عملية قراءة.

- مقاييس استخدام الشبكة السحابية:

يكمن الهدف من الشبكة السحابية الافتراضية في الحاجة إلى عزل الموارد السحابية عن وصول مستخدمين غير مُصرَّح لهم، وللتحكم في مواصفات النطاق الترددي (أو العريض)، ومن ثَمَّ تحسين معدلات نقل البيانات من الشبكة وإليها، وإمكانية التوسُّع

والانكماش في مواصفاتها ومواردها، والتحكم في مواصفات حماية مكوناتها، كما أنها تسهِّل القيام بالعمليات الإدارية للشبكة من خلال أتمتتها. وبشكل عام، فإنَّ الشبكة الافتراضية مفيدة لتلك الشبكات التي يُتوقَّع أن تواجه معدلات استخدام متقلبة وكبيرة وسريعة وغير متوقعة. ومن الأمثلة على الموارد الشبكية داخل أي شبكة سحابية افتراضية، والتي يمكن تحويلها إلى موارد افتراضية: موازنات الأحمال، والجدران النارية، والجسور، والمحولات، والموجهات.

جدول رقم (١٠-٩): مقاييس استخدام الشبكة السحابية

م	مقياس استخدام الشبكة السحابية	كيفية احتساب المقياس	تكرار استخدام المقياس	نموذج خدمات الحوسبة السحابية	مثال
١	مقياس استخدام الشبكة الوارد	كمية البيانات الواردة إلى الشبكة، مقاسة بالميجابايت (MB)، أو الجيجابايت (GB)، أو التيرابايت (TB).	مستمر وتراكمي طوال مدة التشغيل	البنية التحتية كخدمة (IaaS)، والمنصة كخدمة (PaaS)، والبرمجيات كخدمة (SaaS)	مجاناً لأول ١٠ جيجابايت، ثم ٠,٤٠ ريال لكل ١٠٠ جيجابايت
٢	مقياس استخدام الشبكة الصادر	كمية البيانات الصادرة من الشبكة، مقاسة بالميجابايت (MB)، أو الجيجابايت (GB)، أو التيرابايت (TB).	مستمر وتراكمي طوال مدة التشغيل	البنية التحتية كخدمة (IaaS)، والمنصة كخدمة (PaaS)، والبرمجيات كخدمة (SaaS)	مجاناً لأول ١٠ جيجابايت، ثم ٤ ريالات لكل ١٠٠ جيجابايت

يتم تعريف استخدام الشبكة بأنه كمية البيانات المنقولة عبر شبكة الاتصال. قد تكون شبكة الاتصال هذه إما (١) شبكة محلية (LAN) ولا يتم احتساب أي رسوم على

تناقل البيانات داخلها، أو(٢) شبكة واسعة (WAN) ويقوم بعض مزودي الخدمات باحتساب تكاليف تناقل البيانات بين مكوناتها، خصوصاً عندما تكون هذه المكونات في مواقع جغرافية متباعدة. ولقياس استخدام الشبكة في السحابة، يتم استخدام مقياسَيْن اثنيْن يرتبطان عادةً باستخدام الخدمة السحابية أو استخدام المورد التقني على السحابة. وهذان المقياسان هما:

- مقياس استخدام الشبكة الوارد: يشير هذا المقياس إلى كمية البيانات الواردة إلى الشبكة. ويمكن حساب كمية البيانات باستخدام وحدة القياس ميجابايت (MB) أو جيجابايت (GB) أو تيرابايت (TB)، ثم يتم احتساب التكاليف المالية حسب هذه الكمية الواردة.
- مقياس استخدام الشبكة الصادر: يشير هذا المقياس إلى كمية البيانات الصادرة من الشبكة. ويمكن حساب كمية البيانات باستخدام وحدة القياس ميجابايت (MB) أو جيجابايت (GB) أو تيرابايت (TB)، ثم يتم احتساب التكاليف المالية حسب هذه الكمية الصادرة.

إضافةً إلى اعتمادها على كمية البيانات الواردة إلى الشبكة والصادرة منها، فإنَّ احتساب تكاليف استخدام الشبكة يعتمد أيضاً على عدد من المواصفات التي يمكن للمستفيد إضافتها إلى الشبكة، مثل: استخدام عنوان شبكي ثابت (IP Address)، واستخدام خاصية موازنة الأحمال على الشبكة، واستخدام الجدران النارية. يوضِّح الجدول رقم (١٠-٩) مقاييس استخدام الشبكة السحابية مع إعطاء بعض التفاصيل الخاصة بكل مقياس.

٣/٢/١٠ مقاييس تكاليف إدارة السحابة:

إنَّ تحوُّل التكاليف المالية لتقنية المعلومات في المنظمة المستفيدة من تكاليف رأسمالية يتم دفعها مرة واحدة كما هو الحال في بيئة الحوسبة التقليدية، إلى تكاليف تشغيلية يتم دفعها بشكل دوري مقابل الاستخدام الفعلي للخدمات السحابية أو الاشتراك في الخدمة كما هو الحال في البيئة السحابية - يتطلب أن يكون هناك أيضاً تحولٌ منهجيٌّ في إدارة التكاليف التشغيلية ومتابعتها، تجنُّباً لأي تجاوز للميزانية المرصودة للخدمات السحابية. ولإدارة تكاليف الخدمات السحابية والسيطرة عليها بشكل ناجح، ينبغي أن تقوم المنظمة المستفيدة بجَرْد ومتابعة جميع الخدمات السحابية الجاري الاشتراك فيها، وتحليل التكاليف المادية لتلك الخدمات، والتحكم في

النفاذ والوصول إلى الموارد السحابية، وتفعيل المركزية في التعامل مع الخدمات السحابية، وأتمتة متابعة الخدمات السحابية، وتفعيل خاصية التحذير والإشعار الآلي، وإدارة ومتابعة الميزانية المخصَّصة للخدمات السحابية. يوجد العديد من الأدوات البرمجية التجارية التي تساعد على إدارة تكاليف الخدمات السحابية ومراقبتها وتحليلها والسيطرة عليها، مثل: برمجية كلاودابيلتي (Cloudability)، وبرمجية كلاودين (Cloudyn)، وبرمجية كلاود كروزر (Cloud Cruiser)، وبرمجية نيوفيم (Newvem).

ويمكن للمستفيد القيام بمهام إدارة تكاليف الخدمات السحابية، أو تفويض مزود الخدمة السحابية للقيام بهذه المهمّة. ففي الحالة الأولى تقتصر تكاليف الإدارة على تكاليف اقتناء وصيانة الأداة البرمجية المستخدَمة. أما في الحالة الثانية، حيث يقوم المزود بالمهمَّة، فتشمل التكاليف أجرة استخدام الأداة البرمجية إن كانت متاحة لدى المزود كخدمة (SaaS)، وأجرة التشغيل والصيانة. وفي الغالب يقوم مزود الخدمة بإرسال تقارير دورية عن استخدام وتكاليف الخدمات السحابية إلى المستفيد. ومع تفويض المزود للقيام بهذه المهمّة تصبح تكاليف إدارة ومتابعة تكاليف الخدمات السحابية أعلى على المستفيد.

٣/١٠ قياس جودة الخدمة واتفاقية مستوى الخدمة:

تُمثِّل اتفاقية مستوى الخدمة (SLA) عقداً مُلزِماً بين مزود الخدمة السحابة والمستفيد منها، وتُحدِّد مستوى التوقعات التي يَعِدُ مزود الخدمة بتقديمها للمستفيد. وتبرز أهمية هذه الاتفاقية كون مزود الخدمة السحابية يقبل بتحمُّل مسؤولية تقديم الخدمة، وبمواصفات مُتفق عليها، بالنيابة عن المستفيد، وبمقابل مادي. نتيجةً لذلك، يسعى المستفيد إلى الحصول على ضمانات من المزود بأن يتم تقديم خدمة موثوقة، وآمنة، ومرنة، وبمستوى عالٍ من الإتاحة. وكممارسة محمودة، ينبغي أن تكون متطلبات أعمال المستفيد - سواءً كانت متطلبات وظيفية أو متطلبات جودة-واضحةً ومحددةً قبل الشروع في صياغة اتفاقية مستوى الخدمة؛ وبذا يمكن للمستفيد التفاوض مع مزود الخدمة للمطالبة بمواءمة بنود اتفاقية مستوى الخدمة مع متطلباته، بشقيها الوظيفي والجودة، قَدر الإمكان. إنَّ احتواء اتفاقية مستوى الخدمة على متطلبات لجودة الخدمة السحابية المُقدَّمة يضمن للمستفيد إمكانية تدوين وتتبُّع ومراقبة مستويات مواصفات الخدمة، ومطالبة المزود الالتزام بمستويات الجودة في حال تعطُّل الخدمة أو انخفاض مستوى أدائها. هناك خصائص ومجموعة مقاييس مرتبطة بها، وتُعتبَر شائعة الاستخدام في كل اتفاقية مستوى خدمة، مثل:

خاصية إتاحة الخدمة، وخاصية موثوقية الخدمة، وخاصية أداء الخدمة، وخاصية مرونة الخدمة (القابلية للتوسُّع والانكماش)، وخاصية مرونة تعافي الخدمة في حال حدوث الأعطال.

نستعرض فيما يلي، وفي جزأين منفصلين، كلاً من قياس جود الخدمة، واتفاقية مستوى الخدمة.

جدول رقم (١٠-١٠): خصائص ومقاييس جودة الخدمة السحابية

م	خاصية جودة الخدمة السحابية	مقاييس جودة الخدمة السحابية
١	إتاحة الخدمة السحابية.	• مقياس التشغيل الطبيعي للخدمة. • مقياس الانقطاعات المستمرة للخدمة.
٢	موثوقية الخدمة السحابية.	• مقياس معدل الاستجابات الناجحة للخدمة السحابية. • مقياس متوسط الفترة الزمنية بين أعطال الخدمة السحابية الواحدة.
٣	أداء الخدمة السحابية.	• مقياس استجابة الخدمة السحابية. • مقياس إنجاز مهمَّة العمل المسندة للخدمة السحابية. • مقياس بدء تشغيل نسخة من المورد الافتراضي السحابي. • مقياس قدرات الحوسبة للخوادم الافتراضية. • مقياس سِعَات الوسائط التخزينية. • مقياس سرعة تناقل البيانات عبر الشبكة. • مقياس قدرات الخدمة السحابية.
٤	مرونة الخدمة السحابية (القابلية للتوسُّع والانكماش).	• مقياس المرونة الأفقية للتخزين. • مقياس المرونة الأفقية للخوادم. • مقياس المرونة العمودية للخوادم.
٥	مرونة تعافي الخدمة السحابية من الأعطال.	• مقياس الوقت اللازم للتحوُّل من مورد سحابي متعطل إلى نسخة أخرى من المورد السحابي تكون موجودة في مكان جغرافي آخر. • مقياس الوقت اللازم لتعافي الخدمة السحابية المعطَّلَة وعودتها إلى التشغيل الطبيعي.

١/٣/١٠ مقاييس جودة الخدمة:

يمكن مراقبة جودة الخدمة (QoS) والتحقق من استيفاء بنود اتفاقية مستوى الخدمة (SLA) من خلال مجموعة من الخصائص الشائعة الاستخدام، مثل:

- خاصية إتاحة الخدمة السحابية، والتي يمكن قياسها من خلال مقياس مدة التشغيل الطبيعي للخدمة، ومقياس مدة انقطاعات الخدمة.
- خاصية موثوقية الخدمة السحابية، والتي يمكن قياسُها من خلال مقياس متوسط الفترة الزمنية بين أعطال الخدمة السحابية الواحدة، ومقياس معدل الاستجابات الناجحة للخدمة السحابية.
- خاصية أداء الخدمة السحابية، والتي يمكن قياسها من خلال مقياس أوقات الاستجابة، ومقاييس قدرات الحوسبة للخوادم السحابية، وسِعَات الوسائط التخزينية، وسرعة نقل البيانات عبر الشبكة.
- خاصية مرونة الخدمة السحابية (القابلية للتوسُّع والانكماش)، والتي يمكن قياسها من خلال مقاييس مرونة التوسُّع والانكماش في قدرات الخوادم، ومرونة التوسُّع والانكماش في سِعَات ومساحات الوسائط التخزينية.
- خاصية مرونة تعافي الخدمة السحابية من الأعطال، والتي يمكن قياسها من خلال مقاييس الوقت اللازم للتحول من مورد سحابي متعطل إلى نسخة أخرى من المورد السحابي تكون موجودة في مكان جغرافي آخر، والوقت اللازم لتعافي الخدمة السحابية المعطَّلَة وعودتها إلى التشغيل الطبيعي.

يوضح الجدول رقم (١٠-١٠) تفصيلاً لخصائص ومقاييس جودة الخدمات السحابية. الجدير بالذكر أنَّه يتم استخدام أنظمة إلكترونية خاصة تقوم بتوظيف هذه الخصائص والمقاييس للتمكن من متابعة وإدارة اتفاقية مستوى الخدمة بشكل فعَّال. حيث يتم إجراء القياسات اللازمة لخصائص الخدمة السحابية بشكل دوري؛ للتأكد من الالتزام المستمر ببنود الاتفاقية التي تحدِّد مستويات القياس المقبولة، والقيام بالتحليلات الإحصائية اللازمة لإجراء المقارنات في أداء الخدمة السحابية بين فترات زمنية مختلفة، وكذلك إمكانية التنبؤ بجودة الأداء مستقبلياً. يقوم هذا النظام الإلكتروني بمهامَّ أساسية، مثل الجمع

والتخزين والإبلاغ عن البيانات الأساسية (أو المقاييس الإحصائية) لاتفاقية مستوى الخدمة. كما يقوم النظام بإرسال التنبيهات اللازمة عن حالة تشغيل الخدمات والموارد السحابية إلى المستفيد للتنبه عن تلك الحالات التي لا تتماشى مع ما جاء في اتفاقية مستوى الخدمة. نستعرض فيما يلي خصائص جودة الخدمة السحابية ومقاييسها بالتفصيل.

- خاصية إتاحة الخدمة السحابية:

في سياق الحوسبة السحابية، يمكن تعريف الإتاحة بأنها نسبة الفترة الزمنية التي يضمن مزود الخدمة السحابية للمستفيد الوصول إلى الخدمة وتشغيلها وإلى البيانات المرتبطة بالخدمة، دون وجود أي أعطال. ويمكن حساب نسبة الإتاحة باستخدام مقياس التشغيل الطبيعي للخدمة، الذي يتم حسابه من خلال تحديد عاملين رئيسيين: العامل الأول يمثل الفترة الزمنية التي تغطيها الإتاحة، كأن تكون أسبوعاً أو شهراً أو سنةً. والعامل الثاني يمثل المجموع التراكمي لمُدَدِ الأعطال خلال الفترة الزمنية المذكورة (أسبوع، أو شهر، أو سنة). على سبيل المثال، لو كانت الفترة الزمنية المختارة للإفصاح عن نسبة الإتاحة أسبوعاً (أي، ٦٠٤٨٠٠ ثانية)، وكان المجموع التراكمي لمُدَدِ الأعطال خلال هذا الأسبوع هو (٣٠٢٣ ثانية، أي ما يقارب ٥٠,٣٨ دقيقة)، فإنَّه يتم حساب نسبة الإتاحة كما يلي:

$$\text{نسبة الإتاحة خلال أسبوع} = \frac{\text{فترة التشغيل الطبيعي للخدمة خلال أسبوع}}{\text{أسبوع}} = \frac{\text{٦٠٤٨٠٠ ثانية} - \text{٣٠٢٣ ثانية}}{\text{٦٠٤٨٠٠ ثانية}} X ١٠٠ = ٩٩,٥\%$$

الجدير بالذكر أن اختيار الفترة الزمنية للإفصاح عن نسبة الإتاحة قد تكون أسبوعية أو شهرية أو سنوية، ويعتمد اختيار الفترة على طبيعة الخدمة السحابية المُقدَّمة، وعلى توجُّه مزود الخدمة في إبراز مدى جودة الخدمة، فكلما زادت فترة التشغيل الطبيعي للخدمة دون وجود أعطال وانخفض المجموع التراكمي لمُدَدِ الأعطال خلال الفترة الزمنية المختارة، ارتفعت نسبة الإتاحة، وبالتالي ترتفع معها جودة الخدمة المُقدَّمة.

كما يمكن حساب نسبة الإتاحة باستخدام مقياس آخر يُسمَّى مقياس الانقطاعات المستمرة للخدمة. حيث يتم الإفصاح عن المدة الزمنية لانقطاع الخدمة الواحد من خلال حساب الفرق الزمني بين بداية الانقطاع ونهايته، وكذلك الإفصاح عن المتوسط الزمني لانقطاعات الخدمة السحابية من خلال حساب المجموع التراكمي لكل المُدَد الزمنية لانقطاعات الخدمة السابقة مقسوماً على عدد انقطاعات الخدمة السحابية. يوضح

الجدول رقم (١٠-١١) مقاييس خاصية إتاحة الخدمة السحابية، مع إعطاء بعض التفاصيل الخاصة بكل مقياس.

جدول رقم (١٠-١١): مقاييس خاصية إتاحة الخدمة السحابية

م	مقياس خاصية إتاحة الخدمة السحابية	كيفية احتساب المقياس	تكرار استخدام المقياس	نموذج خدمات الحوسبة السحابية	مثال
١	مقياس التشغيل الطبيعي للخدمة	معدل التشغيل الطبيعي للخدمة = فترة التشغيل الطبيعي للخدمة / الفترة الزمنية التي تغطيها الإتاحة	أسبوعي، شهري، سنوي	البنية التحتية كخدمة (IaaS)، والمنصة كخدمة (PaaS)، والبرمجيات كخدمة (SaaS)	٩٩,٥%
٢	مقياس الانقطاعات المستمرة للخدمة	المدة الزمنية للانقطاع الواحد = وقت وتاريخ نهاية الانقطاع – وقت وتاريخ بداية الانقطاع	لكل انقطاع	البنية التحتية كخدمة (IaaS)، والمنصة كخدمة (PaaS)، والبرمجيات كخدمة (SaaS)	١٦٠٠ ثانية
		معدل الانقطاعات المستمرة للخدمة = مجموع المدد الزمنية لانقطاعات الخدمة / عدد انقطاعات الخدمة	تراكمي		١٥٠٠ ثانية (متوسط)

- خاصية موثوقية الخدمة السحابية:

تشير موثوقية الخدمة إلى احتمالية أن يتم الحصول على نفس المخرجات منها عند تكرار إرسال نفس الطلب إليها، وفي نفس الظروف التشغيلية، دون وجود أي أعطال تطرأ عليها. لذا يُقال إنَّ الخدمة موثوقة إذا اتَّصفَت بالاعتمادية والثبات في الأداء. ومع تكرار حدوث الأعطال في الخدمة، تنخفض احتمالية أن يتم الحصول على المخرجات المتوقعة منها. نتيجةً لذلك، ولكي يتم الحصول على نسبة أو احتمالية مرتفعة من الموثوقية ينبغي أن تبقى الخدمة السحابية في وضع تشغيلي مستمر، وتكون نسبة إتاحتها مرتفعة كذلك.

لذا، غالباً ما ترتبط خاصية موثوقية الخدمة بخاصية إتاحتها. على الرغم من وجود العديد من المقاييس التي يمكن استخدامها لحساب موثوقية الخدمة، وبما يتواكب مع تعريفها المذكور أعلاه، إلا أنَّ أكثرها مناسبةً ينبغي أن يأخذ في الاعتبار الأعطال التي قد تحدث لها، سواءً بسبب أخطاء تشغيلية أو بسبب تغيّر الظروف المحيطة بتشغيلها، وكذلك نسبة المخرجات (الاستجابات) الناجحة منها في نفس الظروف التشغيلية لها. لذلك هناك مقياسان يمكن استخدامهما لقياس موثوقية الخدمة السحابية، وهما:

- مقياس معدل الاستجابات الناجحة للخدمة السحابية، والذي يقيس أثر الأعطال التي يمكن حدوثها خلال التشغيل الناجح والسليم لها. ويمكن قياسه من خلال تحديد عدد مرات الاستجابات الناجحة من الخدمة خلال فترة زمنية معينة (أسبوع، أو شهر، أو سنة)، ثم قسمة هذا العدد على عدد الطلبات المرسَلة إليها. على سبيل المثال، عند إرسال ١٠،٠٠٠ طلب إلى الخدمة خلال فترة شهر، وكان عدد الاستجابات الناجحة منها ٩٩٩٠، الأمر الذي يعني وجود ١٠ استجابات فاشلة؛ فإنه يتم حساب موثوقية الخدمة كما يلي: %

$$\text{موثوقية الخدمة خلال شهر} = \frac{\text{عدد الاستجابات الناجحة خلال شهر}}{\text{مجموع الطلبات المرسلة خلال شهر}} = \frac{٩٩٩٠}{١٠{.}٠٠٠} = ٩٩{,}٩\ \%$$

- مقياس متوسط الفترة الزمنية بين أعطال الخدمة السحابية، والذي يقيس الفترة الزمنية التي بعد انقضائها. من المرجح أن يحدث عطل في الخدمة، ويتم حسابه من خلال تحديد المتوسط الحسابي لمقدار التباعد أو التقارب الزمني لحدوث أعطال للخدمة السحابية. ويمكن قياسه فعلياً من خلال تحديد المجموع التراكمي للفترة الزمنية (باليوم أو الأسبوع أو الشهر أو السنة) التي يكون فيها تشغيل الخدمة طبيعياً بدون حدوث أعطال أو انقطاع، مقسوماً على عدد مرات الأعطال التي حدثت خلال نفس الفترة الزمنية. على سبيل المثال، عندما يكون المجموع التراكمي لعدد أيام التشغيل الطبيعي للخدمة ٣٦٤ يوماً في السنة، ويكون عدد مرات الأعطال خلال هذه السنة =٤، فيتم حساب متوسط الفترة الزمنية بين أعطال الخدمة السحابية كما يلي:

مقياس متوسط الفترة الزمنية بين أعطال الخدمة السحابية =

$$\frac{\text{المجموع التراكمي لعدد أيام التشغيل الطبيعي للخدمة}}{\text{عدد مرات الأعطال}} = \frac{\text{٣٦٤ يوماً}}{\text{٤}} = \text{٩١ يوماً}$$

ويشير الناتج، ٩١ يوماً، إلى أنه من المرجح حدوث عطل في الخدمة بعد كل ٩١ يوماً من تشغيل الخدمة. يوضح الجدول رقم (١٠-١٢) مقاييس خاصية موثوقية الخدمة السحابية، مع إعطاء بعض التفاصيل الخاصة بكل مقياس.

جدول رقم (١٠-١٢): مقاييس خاصية موثوقية الخدمة السحابية

م	مقياس خاصية موثوقية الخدمة السحابية	كيفية احتساب المقياس	تكرار استخدام المقياس	نموذج خدمات الحوسبة السحابية	مثال
١	مقياس معدل الاستجابات الناجحة للخدمة السحابية.	معدل الاستجابات الناجحة = (عدد الاستجابات الناجحة خلال فترة زمنية) / (مجموع الطلبات المرسلة خلال نفس الفترة)	أسبوعي، شهري، سنوي	البنية التحتية كخدمة (IaaS)، والمنصة كخدمة (PaaS)، والبرمجيات كخدمة (SaaS)	%٩٩,٩
٢	مقياس متوسط الفترة الزمنية بين أعطال الخدمة السحابية.	متوسط الفترة الزمنية بين أعطال الخدمة = (المجموع التراكمي لعدد أيام التشغيل الطبيعي للخدمة) / (عدد مرات الأعطال)	يومي، أسبوعي، شهري، سنوي	البنية التحتية كخدمة (IaaS)، والمنصة كخدمة (PaaS)، والبرمجيات كخدمة (SaaS)	٩١ يوماً (متوسط)

- خاصية أداء الخدمة السحابية:

تُعرَّف خاصية أداء الخدمة بأنها قُدرة الخدمة والموارد السحابية المرتبطة بها (كالخوادم، ووسائط التخزين، والشبكات، والتطبيقات) على تنفيذ المهام المتوقَّعة منها، في حدود قدرات الموارد السحابية وسِعَاتها ومساحاتها وسرعاتها المُتفق عليها في اتفاقية مستوى الخدمة (SLA). هناك سبعة مقاييس شائعة الاستخدام لقياس خاصية أداء الخدمة السحابية، انظر الجدول رقم (١٠-١٣)، وهذه المقاييس هي:

- مقياس استجابة الخدمة السحابية، والذي يقيس الفترة الزمنية اللازمة لإنجاز مَهمَّة متزامنة، كمصادقة الدخول إلى خدمة ما (هي مَهمَّة مستقلة ولكنها مترابطة ومتزامنة مع خدمات أخرى). ويتم قياسه بحساب الفرق بين وقت وتاريخ إرسال الطلب إلى الخدمة ووقت وتاريخ الحصول على الإجابة من الخدمة. ويُفضَّل أيضاً قياس معدل (متوسط) استجابة نفس الخدمة لجميع الطلبات المرسلَة لها، من خلال تقسيم المجموع التراكمي لجميع فروقات الفترة الزمنية بين الطلب والاستجابة على عدد كل الطلبات المرسَلة خلال فترة زمنية معينة (يوم، أسبوع، شهر).

- مقياس إنجاز مَهمَّة العمل بواسطة الخدمة السحابية، والذي يقيس الفترة الزمنية اللازمة لإكمال مَهمَّة غير متزامنة، كعمل النسخ الاحتياطي للبيانات (هي مَهمَّة مستقلة وغير مرتبطة أو متزامنة مع أي خدمات أخرى). ويتم قياسه بحساب الفرق بين وقت وتاريخ إرسال الطلب إلى الخدمة ووقت وتاريخ الحصول على الإجابة من الخدمة. ويُفضَّل أيضاً قياس معدل (متوسط) إنجاز مهام العمل لجميع الطلبات المرسلة للخدمة من خلال تقسيم المجموع التراكمي لجميع فروقات الفترة الزمنية بين الطلب والاستجابة على عدد كل الطلبات المرسَلة خلال فترة زمنية معينة (يوم، أسبوع، شهر).

- مقياس بدء تشغيل نسخة من المورد الافتراضي السحابي (خادم، وسيط تخزين، شبكة، تطبيق)، والذي يقيس الفترة الزمنية اللازمة لإنشاء وتجهيز وتهيئة وتشغيل نسخة أو حالة من المورد السحابي. ويتم قياسه بحساب الفرق الزمني بين وقت وتاريخ إرسال طلب تشغيل النسخة الافتراضية ووقت وتاريخ بداية التشغيل الفعلي لنفس النسخة. ويُفضَّل أن يتم أيضاً حساب معدل بدء تشغيل نسخ المورد الافتراضي السحابي من خلال تقسيم المجموع التراكمي لجميع فروقات الفترة الزمنية بين إرسال الطلب وبدء التشغيل لكل الطلبات على عدد كل الطلبات المرسَلة خلال فترة زمنية معينة (يوم، أسبوع، شهر).

- مقياس قدرات الحوسبة للخادم الافتراضي، والذي يُحدِّد مواصفات الخادم الأساسية؛ كعدد وحدات المعالجة المركزية (CPUs)، وسرعة كل وحدة معالجة مركزية بوحدة القياس (GHz)، وحجم الذاكرة الرئيسية فيه مقاسة بالجيجابايت (GB)، وحجم المساحة التخزينية مقاسة بالجيجابايت (GB) أيضاً. ويقوم المستفيد بتحديد أحجام

وسرعات هذه المواصفات بناءً على طبيعة متطلبات أعماله، وبما يضمن تنفيذها ضمن خصائص الجودة التي يتم تحديدها في اتفاقية مستوى الخدمة.

- مقياس سِعَة الوسيط التخزيني، والذي يحدد المساحة التخزينية للوسيط التخزيني بوحدة قياس الجيجابايت (GBs).
- مقياس سرعة تناقل البيانات عبر الشبكة، والذي يُحدِّد حجم البيانات الذي يمكن نقله من مكان إلى آخر خلال فترة زمنية محددة، ويتم استخدام وحدات القياس: (bps) أو (Mbps) أو (Gbps) لقياس سرعة نقل البيانات.
- مقياس قدرة الخدمة السحابية، والذي يقيس الحد الأقصى لعدد الطلبات التي يمكن للخدمة السحابية استقبالها ومعالجتها والرد عليها خلال فترة زمنية معينة (غالباً خلال الدقيقة الواحدة).

- خاصية مرونة الخدمة السحابية:

تتحقق مرونة الخدمة السحابية عند تطبيق مبدأي المرونة الأفقية وكذلك المرونة العمودية. وتُعرَف المرونة الأفقية بأنها قدرة الخدمة السحابية على التعامل مع أحجام عمل متغيرة (زيادةً أو انخفاضاً) من خلال إمكانية تخصيص أو تحرير موارد سحابية من نفس النوع (كالخادم). وبالتحديد، عند تخصيص مورد تقني إضافي ليتم استخدامه من قِبَل الخدمة السحابية، تُسمَّى هذه العملية بالتوسُّع الأفقي. وعندما يتم تحرير مورد تقني ليتم إيقاف استخدامه من قِبَل الخدمة السحابية، تُسمّى هذه العملية بالانكماش الأفقي. فعلى سبيل المثال، يمكن تطبيق التوسُّع الأفقي من خلال تخصيص ٤ خوادم افتراضية لخدمة سحابية بدلاً من خادمين لمواجهة أعباء متزايدة متوقعة. كما تُعرَف المرونة العمودية بأنها عملية يتم فيها ترقية أو تخفيض مورد تقني محدَّد بمواصفات أعلى أو أقل على التوالي، أو استبداله بمورد آخر بقدرات أعلى أو أقل.

جدول رقم (١٠-١٣): مقاييس خاصية أداء الخدمة السحابية

م	مقياس خاصية أداء الخدمة السحابية	كيفية احتساب المقياس	تكرار استخدام المقياس	نموذج خدمات الحوسبة السحابية	مثال
١	مقياس استجابة الخدمة السحابية	وقت الاستجابة للطلب الواحد = وقت وتاريخ الاستجابة – وقت وتاريخ الطلب	مرة واحدة	البرمجيات كخدمة (SaaS)	٠,٧ ثانية
		معدل وقت الاستجابة لكل الطلبات خلال فترة زمنية محددة = المجموع التراكمي لجميع فروقات الفترة الزمنية / عدد كل الطلبات	يومي، أسبوعي، شهري		٠,٥ ثانية (متوسط)
٢	مقياس إنجاز مَهمَّة العمل بواسطة الخدمة السحابية	وقت إنجاز مَهمَّة العمل = وقت وتاريخ الاستجابة – وقت وتاريخ الطلب	مرة واحدة	المنصة كخدمة (PaaS)، والبرمجيات كخدمة (SaaS)	٦ ثوانٍ
		معدل وقت إنجاز مهام العمل = المجموع التراكمي لجميع فروقات الفترة الزمنية / عدد كل الطلبات	يومي، أسبوعي، شهري		٥ ثوان (متوسط)
٣	مقياس بدء تشغيل نسخة من المورد الافتراضي السحابي	الوقت اللازم لتشغيل نسخة مورد افتراضي = وقت وتاريخ بدء تشغيل النسخة – وقت وتاريخ إرسال الطلب	مرة واحدة	البنية التحتية كخدمة (IaaS)، والمنصة كخدمة (PaaS)	٣ دقائق
		معدل وقت بدء تشغيل النسخ للمورد = المجموع التراكمي لجميع فروقات الفترة الزمنية / عدد كل الطلبات	يومي، أسبوعي، شهري		دقيقتان (متوسط)
٤	مقياس قدرات الحوسبة للخادم الافتراضي	• عدد وحدات المعالجة المركزية (CPUs). • سرعة كل وحدة معالجة مركزية (GHz). • حجم الذاكرة الرئيسية (GB). • حجم المساحة التخزينية (GB).	مستمر	البنية التحتية كخدمة (IaaS)، والمنصة كخدمة (PaaS)	• عدد (CPUs): ٤. • سرعة معالج: ٢ (GHz). • ذاكرة رئيسية: ٢٨ (GBs). • المساحة التخزينية: ٢٨٥ (GBs).

م	مقياس خاصية أداء الخدمة السحابية	كيفية احتساب المقياس	تكرار استخدام المقياس	نموذج خدمات الحوسبة السحابية	مثال
٥	مقياس سِعَة الوسيط التخزيني	تحديد حجم المساحة التخزينية بالجيجابايت (GB).	مستمر	البنية التحتية كخدمة (IaaS)، والمنصة كخدمة (PaaS)، والبرمجيات كخدمة (SaaS)	المساحة التخزينية: ١٠٠ جيجابايت (GBs)
٦	مقياس سرعة تناقل البيانات عبر الشبكة	تحديد سرعة نقل البيانات من مكان إلى آخر في وقت معين، باستخدام وحدات القياس (bps) أو (Mbps) أو (Gbps).	مستمر	البنية التحتية كخدمة (IaaS)، والمنصة كخدمة (PaaS)، والبرمجيات كخدمة (SaaS)	١٠٠ ميجابت / ثانية 100 Mbps
٧	مقياس قدرة الخدمة السحابية	تحديد الحد الأقصى لعدد الطلبات التي يمكن للخدمة السحابية استقبالها ومعالجتها والرد عليها خلال فترة زمنية معينة (غالباً خلال الدقيقة الواحدة).	مستمر	البرمجيات كخدمة (SaaS)	٥٠،٠٠٠ طلب / دقيقة

وبالتحديد، عند ترقية مورد تقني محدد بمواصفات أعلى، أو استبداله بمورد آخر ولكن بقدرات أعلى من المورد السابق، تُسمّى هذه العملية بالتوسُّع العمودي. وعندما يتم تخفيض مورد تقني محدد بمواصفات أقل، أو استبداله بمورد آخر ولكن بقدرات أقل من المورد السابق، تُسمّى هذه العملية بالانكماش العمودي. فعلى سبيل المثال، يمكن تطبيق التوسُّع الأفقي على خادم من خلال ترقية المواصفات القصوى لقدراته لتصبح بـ ٦٤ نواة معالجة (64 CPU cores)، وذاكرة رئيسية ٢٥٦ جيجابايت.

جدول رقم (١٠-١٤): مقاييس مرونة الخدمة السحابية

م	مقياس مرونة الخدمة السحابية	كيفية احتساب المقياس	تكرار استخدام المقياس	نموذج خدمات الحوسبة السحابية	مثال
١	مقياس المرونة الأفقية للتخزين	تحديد حجم السِّعَة التخزينية المسموح بتخصيصها أو تحريرها بوحدة الجيجابايت (GBs) (بشكل ذاتي).	مستمر	البنية التحتية كخدمة (IaaS)، والمنصة كخدمة (PaaS)، والبرمجيات كخدمة (SaaS)	• ١ جيجابايت. • ٢ جيجابايت. • .... • ٥١٢ جيجابايت (حد أقصى).
٢	مقياس المرونة الأفقية للخوادم	تحديد عدد الخوادم الافتراضية المسموح بتخصيصها أو تحريرها (بشكل ذاتي).	مستمر	البنية التحتية كخدمة (IaaS) والمنصة كخدمة (PaaS)	• خادم افتراضي واحد. • خادمان افتراضيان. • .... • ١٠ خوادم افتراضية (حد أقصى).
٣	مقياس المرونة العمودية للخوادم	تحديد الحد الأقصى والأدنى لقدرات الحوسبة المسموح بها بغرض التوسُّع والانكماش (بشكل يدوي).	مستمر	البنية التحتية كخدمة (IaaS) والمنصة كخدمة (PaaS)	• حد أدنى: معالج واحد (1 vCPU)، وذاكرة رئيسية ١ جيجابايت • حد أقصى: ٦٤ معالجاً (64 vCPU)، وذاكرة رئيسية ٢٥٦ جيجابايت

نستعرض فيما يلي ثلاثة مقاييس خاصة بالتخزين وقدرات الحوسبة، انظر الجدول رقم (١٠-١٤):

- مقياس المرونة الأفقية للتخزين، والذي يحدد الخيارات المسموح بها للتوسُّع والانكماش بشكل ذاتي في المساحات التخزينية، التي يمكن للخدمة السحابية تخصيصها أو تحريرها أثناء تشغيل الخدمة ودون الحاجة لتوقفها (كونها مرونة أفقية)، تجاوباً مع أحجام عمل متغيرة. كما يتم غالباً تحديد الحد الأقصى للمساحة التخزينية التي يمكن للخدمة السحابية تخصيصها.
- مقياس المرونة الأفقية للخوادم، والذي يحدِّد الخيارات المسموح بها للتوسُّع والانكماش بشكل ذاتي في قدرات الحوسبة من خلال تحديد عدد الخوادم الافتراضية التي يمكن للخدمة السحابية تخصيصها أو تحريرها أثناء تشغيل الخدمة ودون الحاجة لتوقفها (كونها مرونة أفقية)، تجاوباً مع أحجام عمل متغيرة. كما يتم غالباً تحديد الحد الأقصى من عدد الخوادم الافتراضية التي يمكن للخدمة السحابية تخصيصها.
- مقياس المرونة العمودية للخوادم، والذي يحدد الحد الأقصى والأدنى لقدرات الحوسبة المسموح بها بغرض التوسُّع والانكماش بشكل يدوي (غير ذاتي، كونها مرونة عمودية)، تجاوباً مع احتياجات الخدمة السحابية للتعامل مع أحجام عمل متغيرة. وبمعنى آخر، لا يكون مزود الخدمة جاهزاً لتلبية احتياجات المستفيد للتوسُّع أو الانكماش في قدرات الحوسبة بشكل آني، الأمر الذي يضطره إلى إيقاف الخدمة مؤقتاً حتى تتم عملية ترقية أو استبدال الخادم المعني، وبما يتماشى مع احتياجات المستفيد.

- خاصية مرونة تعافي الخدمة السحابية من الأعطال:

تشير هذه الخاصية إلى مدى قدرة المورد السحابي (خدمة سحابية، أو خادم، أو وسيط تخزيني، أو جهاز شبكي) على التعافي من الأعطال بعد حدوثها، والعودة إلى التشغيل الطبيعي بأسرع وقت ممكن. وتتحقق هذه الخاصية من خلال وجود نسخة مكررة ومتزامنة ومماثلة للمورد المعطَّل، بحيث يتم تشغيل المورد المكرر بمجرد حدوث العطل للمورد الرئيسي. في الغالب يتواجد هذا المورد المكرر في موقع جغرافي مختلف عن الموقع

الجغرافي للمورد الرئيسي. وغالباً ما يتم الإشارة إلى هذه الخاصية في اتفاقية مستوى الخدمة (SLA) وفي الجزء المخصص للبنية التحتية كخدمة (IaaS)، للتعبير عن قدرة الخدمة أو المورد السحابي على التعافي من الأعطال. هناك مقياسان شائعا الاستخدام للتعبير عن القدرة على التعافي من الأعطال، وهما: مقياس الوقت اللازم للتحوُّل من مورد سحابي إلى آخر، ومقياس الوقت اللازم لتعافي الخدمة السحابية المعطَّلَة وعودتها إلى التشغيل الطبيعي. نستعرض فيما يلي هذين المقياسين، انظر الجدول رقم (١٠-١٥):

- مقياس الوقت اللازم للتحوُّل من مورد سحابي إلى آخر. ويعبر هذا المقياس عن مقدار الوقت المتوقَّع للتحول من مورد سحابي متعطل إلى نسخة أخرى من المورد، والتي تتواجد في الغالب في موقع جغرافي آخر. يتم حساب هذا المقياس بأخذ الفرق بين وقت وتاريخ حدوث العطل ووقت وتاريخ إكمال التحوُّل إلى المورد الآخر. ويُفضَّل أيضاً أن يتم الإفصاح عن معدل (متوسط) الوقت اللازم للتحوُّل من مورد سحابي إلى آخر، والذي يمكن حسابه من خلال تقسيم المجموع التراكمي لجميع فروقات الفترات الزمنية بين حدوث الأعطال وإكمال التحول للموارد المكررة، على عدد كل الأعطال خلال فترة زمنية معينة (شهر، سنة).

- مقياس الوقت اللازم للعودة إلى التشغيل الطبيعي. ويعبر هذا المقياس عن مقدار الوقت المتوقَّع لتعافي المورد السحابي المعطَّل بشكل كامل وعودته إلى الحالة التشغيلية الصحيحة التي كان عليها قبل حدوث العطل. يتم حساب هذا المقياس بأخذ الفرق بين وقت وتاريخ حدوث العُطل ووقت وتاريخ التعافي الكامل والعودة إلى التشغيل الطبيعي. ويُفضَّل أيضاً أن يتم الإفصاح عن معدل (متوسط) الوقت اللازم للعودة إلى التشغيل الطبيعي، والذي يمكن حسابه من خلال تقسيم المجموع التراكمي لجميع فروقات الفترات الزمنية بين حدوث الأعطال والعودة إلى التشغيل الطبيعي، على عدد كل الأعطال خلال فترة زمنية معينة (شهر، سنة).

جدول رقم (١٠-١٥): مقاييس خاصية مرونة تعافي الخدمة السحابية من الأعطال

م	مقياس خاصية مرونة تعافي الخدمة السحابية	كيفية احتساب المقياس	تكرار استخدام المقياس	نموذج خدمات الحوسبة السحابية	مثال
١	مقياس الوقت اللازم للتحوُّل من مورد سحابي إلى آخر	الوقت اللازم للتحول من مورد إلى آخر = وقت وتاريخ إكمال التحول إلى المورد الآخر – وقت وتاريخ حدوث العُطل	مرة واحدة	البنية التحتية كخدمة (IaaS)، والمنصة كخدمة (PaaS)، والبرمجيات كخدمة (SaaS)	٩ دقائق
		معدل الوقت اللازم للتحول من مورد إلى آخر = المجموع التراكمي لجميع فروقات الفترة الزمنية / عدد كل الأعطال	شهري، سنوي		١٠ دقائق (متوسط)
٢	مقياس الوقت اللازم للعودة إلى التشغيل الطبيعي	الوقت اللازم للعودة إلى التشغيل الطبيعي = وقت وتاريخ العودة إلى التشغيل الطبيعي – وقت وتاريخ حدوث العطل	مرة واحدة	البنية التحتية كخدمة (IaaS)، والمنصة كخدمة (PaaS)، والبرمجيات كخدمة (SaaS)	١٦٠ دقيقة
		معدل الوقت اللازم للعودة إلى التشغيل الطبيعي = المجموع التراكمي لجميع فروقات الفترة الزمنية / عدد كل الأعطال	شهري، سنوي		١٣٠ دقيقة (متوسط)

٢/٣/١٠ إرشادات خاصة باتفاقية مستوى الخدمة:

تطرقنا فيما سبق إلى أنَّ اتفاقية مستوى الخدمة (SLA) عبارة عن عقد رسمي مبرَم بين مزود الخدمة السحابية والمستفيد منها. ويحتوي هذا العقد على بنود تُحدِّد توقعات المستفيد لمستويات الخدمة المقدَّمة له، والمبنية على احتياجات أعماله، من خلال الإشارة إلى المكونات التالية:

- التعريف بالأطراف الموقعة على العقد.
- التعريف بالمصطلحات التقنية والقانونية المستخدمة في العقد.

- تحديد تاريخ بداية ونهاية العقد.
- تحديد وتعريف الخدمات السحابية التي يقدمها المزود إلى المستفيد، ونطاق تطبيقها، ومواصفاتها، وخصائصها، ومقاييسها.
- تحديد الحدود الدنيا لمستويات جودة أداء الخدمة السحابية، وبالذات مستوى إتاحتها (مثل، مستوى إتاحة ٩٧%)، ومستوى موثوقيتها (مثل، مستوى موثوقية ٩٨%)، ومستوى استجابتها للطلبات (مثل، ٠,٥٠ ثانية للرد على الطلب).
- وصف كيفية مراقبة ومتابعة مستويات جودة أداء الخدمة السحابية، وتحديد كيفية جمع أنواع متعددة من المعلومات والإحصائيات ذات العلاقة بالخدمة السحابية، وعدد المرات التي سيتم فيها جمع هذه الإحصاءات، وكيفية وصول المستفيد إلى هذه الإحصائيات والاطلاع عليها.
- تحديد الإجراءات والخطوات اللازمة للإبلاغ عن المشاكل والأعطال التي قد تحدث للخدمة السحابية، وبالتفصيل. كما يتم تحديد الإطار الزمني الذي يمكن أن يتم خلاله النظر في العُطل أو المشكلة.
- تحديد الإطار الزمني الذي يتم خلاله البدء في التحقق من المشكلة أو العطل، وكذلك الإطار الزمني الذي يتم خلاله حل وإصلاح المشكلة الواقعة.
- تحديد التداعيات/ العقوبات/ الغرامات على مزود الخدمة السحابية في حال عدم الإيفاء أو تنفيذ البنود والشروط المتفَق عليها في ثنايا الاتفاقية. قد تشمل هذه العقوبات حق المستفيد في إنهاء العقد أو طلب التعويض المادي نتيجةً للخسائر المترتبة على توقف الخدمة.

هناك العديد من العوامل التي تؤثر في تعريف وصياغة وتفاصيل بنود اتفاقية مستوى الخدمة، مثل:

- متطلبات المستفيد من الخدمة السحابية، فكلما زاد عدد وتفاصيل هذه المتطلبات زادت معها تفاصيل بنود الاتفاقية، وبالتالي تصبح الاتفاقية أكثر صرامةً وتفصيلاً.

- نموذج نشر وإطلاق السحابة (خاصة، وعامة، ومجتمعية، وهجينة)، حيث تتصف اتفاقية مستوى الخدمة في السحابة العامة والهجينة بصرامة في تفاصيل بنودها بشكل يفوق تلك الموجودة في السحابة المجتمعية والخاصة، كما تمَّ التطرق إلى ذلك في الفصل الرابع من هذا الكتاب.

- نموذج خدمات السحابة (البنية التحتية كخدمة – IaaS، المنصة كخدمة – PaaS، البرمجيات كخدمة – SaaS)، حيث يؤثر نموذج البنية التحتية كخدمة (IaaS) بشكل أكبر على بنود اتفاقية مستوى الخدمة بسبب ارتفاع مستوى التحكم والوظائف المتاحة للمستفيد في هذا النموذج.

- حساسية وطبيعة الخدمة السحابية بالنسبة للمستفيد، حيث تتناسب صرامة وتفاصيل بنود اتفاقية مستوى الخدمة طردياً مع حساسية وطبيعة الخدمة السحابية. على سبيل المثال، تتطلب الخدمة السحابية المقدَّمة لقطاع حكومي أو بنكي صرامةً في بنودها، فيما يتعلق بالأداء والأمن والخصوصية والإتاحة، أكثر من تلك الاتفاقية التي تتعلق بخدمات سحابية تخصُّ مشاركة الصور أو وسائل التواصل الاجتماعي، والتي تتمحور بنود اتفاقيتها حول حماية خصوصية البيانات الشخصية فقط.

- التكلفة المالية للخدمة السحابية، ففي الغالب تزداد صرامة وتفاصيل بنود اتفاقية مستوى الخدمة مع ارتفاع تكاليف الخدمة السحابية المقدمة. لذا نجد أن تلك الخدمات السحابية التي يتم تقديمها مجاناً تتسم بضعف بنود وإلزامية اتفاقية مستوى الخدمة فيها.

نستعرض فيما يلي مجموعة من الممارسات الجيدة التي ينبغي للمستفيد تطبيقها عند التعامل مع اتفاقية مستوى الخدمة:

- ضرورة مواءمة بنود اتفاقية مستوى الخدمة لتحقق متطلبات المستفيد. ويُوصَى أن يقوم المستفيد استباقياً بتحديد متطلبات الجودة للخدمة السحابية المنظورة، ومن ثَمَّ ربطها ببنود الاتفاقية التي ينبغي أن تشير أيضاً إلى الموارد السحابية المسؤولة عن تشغيل الخدمة السحابية.

- عدم الاعتماد على القوالب الجاهزة لاتفاقيات مستوى الخدمة؛ لأنها لا تعكس في الحقيقة متطلبات الأعمال الفعلية. ويمكن الاسترشاد بمكوناتها كنقطة انطلاق عند بناء بنود اتفاقية مستوى الخدمة.

- نظراً لاحتواء البيئة السحابية على تجمُّع كبير من التصاميم والطبقات والموارد السحابية، فمن الضروري أن يتم فهم واستيعاب نطاق وحدود تطبيق الخدمة السحابية من خلال تحديد وتسمية جميع الموارد السحابية ذات العلاقة بتشغيل الخدمة السحابية في بنود اتفاقية مستوى الخدمة، والسعي كذلك إلى معرفة مواقعها الجغرافية، خصوصاً في حال تخزين بيانات المستفيد خارج حدود بلده. يدعم تحديد نطاق تطبيق الخدمة السحابية بشكل صحيح عملية مراقبة ومتابعة الموارد السحابية الصحيحة بعد تشغيل الخدمة.

- بعد تحديد مقاييس جودة الأداء الصحيحة للخدمة السحابية، ينبغي أن يتأكد المستفيد من كيفية القيام بعملية مراقبة الأداء، وأين تتم عملية قياس خصائص الأداء. تبرز أهمية التعرف على هذه النقطة؛ نظراً لأنَّ قراءات مراقبة الخدمة السحابية (عمل القياسات) التي تتم قبل الوصول إلى الجدران النارية أو موازنات الأحمال لا تعكس بالضرورة تلك القياسات التي تظهر للمستخدم الفعلي للخدمة السحابية. ويعود السبب في ذلك إلى أنَّ الجدران النارية وموازنات الأحمال لها درجة تأثير ملحوظة في رفع وقت استجابة الخدمة السحابية، ومن ثَمَّ التأثير على أداء الخدمة ككل.

- ضرورة تحديد العقوبات والغرامات التي يتحملها مزود الخدمة عند تعطُّل الخدمة السحابية. يمكن للمستفيد القيام بدراسة تحليلية للتعرُّف على الأثر المالي الذي ينتج عن توقُّف أو تعطل الخدمة؛ كون هذه الدراسة تساعد المستفيد على تحديد طبيعة العقوبات والغرامات التي ينبغي فرضها على المزود عند الإخلال ببنود الاتفاقية.

- ضرورة صياغة الضمانات التي يمكن للمزود تقديمها لمواصفات وخصائص ومقاييس الخدمة السحابية بشكل موضوعي. إذ يجب أن يتم تجنُّب الصياغات العامة قدر الإمكان في بنود الاتفاقية. على سبيل المثال، ينبغي تجنُّب الصياغة، مثل: "يجب تقديم الخدمة السحابية بمستوى عالٍ من الإتاحة" واستبداله بالصياغة "يجب تقديم الخدمة

السحابية بمستوى إتاحة لا يقل عن ٩٨%". كما يُفضَّل أن يتم إدراج المعادلات الرياضية المستخدَمة لحساب مقاييس الخدمة في بنود الاتفاقية.

- في حال الاتفاق على تكليف مزود الخدمة بالقيام بمراقبة أداء الخدمة السحابية، فينبغي الالتزام بتزويد المستفيد بتقارير دورية عن أداء الخدمة من خلال خدمة ويب إلكترونية متاحة للمستفيد. كما ينبغي على المستفيد التعرُّف على الأدوات والممارسات اللازمة للتأكد من صحة المعلومات الموجود في تلك التقارير الدورية، كما يُفضَّل أن يتم القيام بالتدقيق على عمليات المراقبة وتقاريرها من قِبَل مُدقِّق مستقل من فترة إلى أخرى.

- ضرورة أن يُفصِح مزود الخدمة السحابية عن مزودي الخدمة الآخرين الذين يعتمد في بعض أعماله عليهم، وتحديداً أولئك الذين لهم علاقة مباشرة بالخدمة السحابية المستهدَفة من قِبَل المستفيد.

- ضرورة أن يتعرف المستفيد على مصير البيانات المؤرشفة لدى مزود الخدمة، والمتعلقة باستخدام الخدمة السحابية المعنية وما يرتبط بها من بيانات تخصُّ المستفيد. في معظم الأحيان، يقوم مزودو الخدمة بالإفصاح عن هذا الشأن حفظاً لحقوق المستفيد.

الفصل الحادي عشر
الفرص والتحديات في الحوسبة السحابية

مع ظهور واستخدام أي تقنية جديدة، تبرز مجموعة من التحديات التي قد تشكِّل عائقاً لتبنيها، ومجموعة من الفرص التي تسعى لإيجاد حلول مناسبة لهذه التحديات. والحوسبة السحابية ليست استثناءً من هذه القاعدة، إذ صاحَب ظهورها مجموعة من التحديات والفرص البحثية والعملية، سواءً قبل تبنيها أو في أثنائه أو بعده. لذلك نستعرض أولاً في هذا الفصل التوجهات المستقبلية للحوسبة السحابية على مستويات متعددة: الاقتصادي منها، والثقافي، والتقني. ثم يتم استعراض الفرص البحثية والعملية في الجزء الثاني منه. وأخيراً، نتطرق إلى أهم التحديات العملية التي قد تبرز عند تبنّي تقنية الحوسبة السحابية.

١/١١ مقدمة:

ومن الجوانب المهمة التي يتطرق لها هذا الكتاب استعراضه في الفصل الحادي عشر لأبرز الفرص والتحديات في مجال الحوسبة السحابية على المستويين البحثي والعملي؛ الأمر الذي يمكن أن يساعد في توسيع الشريحة المستفيدة من موضوعات هذا الكتاب لتشمل كلًّا من الباحثين والممارسين على حدٍ سواء. فعلى المستوى البحثي، يلخص هذا الفصل جهداً بحثياً قام به المؤلف، غطَّى ١٧٢ مرجعاً (ما بين مقالات علمية محكَّمة ومنشورة في مجلات علمية ومؤتمرات عالمية، وكتب متخصصة وتقارير عملية للممارسين)، حيث يتم تحديد الفجوات البحثية المتاحة في مجال الحوسبة السحابية. وتشير نتائج المراجعة العلمية لهذه المراجع إلى أنه على الرغم من التأثير الكبير للحوسبة السحابية على عالم المال والأعمال خلال السنوات الماضية والوقت الحالي، إلا أنها لا تزال تزخر بالعديد من الفرص والموضوعات المشجِّعة لإجراء البحوث العلمية. وتحدد مخرجات هذه المراجعة العلمية أربعة محاور رئيسية تتضمن فرصاً وفجواتٍ بحثيةً في مجال الحوسبة السحابية، وهذه المحاور هي: فوائد ومخاطر وخدمات الحوسبة السحابية، وتبنّي الحوسبة السحابية والانتقال من البيئة التقنية التقليدية إلى السحابة، ومخرجات وآثار الحوسبة السحابية، والوضع الراهن للحوسبة السحابية. أما على المستوى العملي فتتفق معظم البحوث العلمية والدراسات الاستشارية

على مجموعة من التحديات التي تتوزع في بُعديْن رئيسيين، يختص الأول منهما بالجانب التنظيمي والإداري؛ كغياب وجود إستراتيجية وأهداف مقنعة للتحول إلى السحابة، وقصور في الدعم الكافي من قِبَل الإدارة العليا في المنظمة، وغياب المركزية في التعامل مع الخدمات السحابية، وفي ضبط ومتابعة التكاليف المالية المرتبطة باستخدام الحوسبة السحابية، وفي الاستمرار في التحقُّق والإشراف على تطبيق الأنظمة واللوائح ذات الصلة بالحوسبة السحابية. بينما يركز البُعد الثاني من التحديات على الجانب التقني الذي يتمثل في الاعتماد الكامل على خدمة الإنترنت، والتحديات الأمنية، وتذبذب جودة الخدمات السحابية، ومحدودية إمكانية التنقل بين مزودي الخدمات السحابية، وصعوبة اكتشاف ومتابعة الأخطاء في الأنظمة الموزعة، والتحديات المرتبطة بأعمال وإجراءات الخدمات السحابية، وانخفاض مستوى التحكم في الموارد التقنية على السحابة، والمشاكل المرتبطة بالتشغيل المشترك بين السحابات. وإلى جانب التحديات العملية، يستعرض هذا الفصل أيضاً الفرص العملية التي تتيحها تقنية الحوسبة السحابية، وإمكانية توظيفها في قطاعات متعددة؛ كالقطاع الحكومي، والقطاع الصحي، وقطاع الاتصالات، وقطاع التربية والتعليم، وقطاع الطاقة، وقطاع النقل، وقطاع الصناعة، وقطاع تقنية المعلومات.

٢/١١ التوجهات المستقبلية على المستوى الاقتصادي والثقافي والتقني:

لا يكاد يظهر النمو في أي مجال إلا يكون مصحوباً بالعديد من الفرص والتحديات، حيث إنَّه مع النمو المتزايد لاستخدام وتبنّي خدمات الحوسبة السحابية والتقنيات المتعددة المرتبطة بها، من المتوقع أن تبرز العديد من الفرص التي ترسم التوجهات المستقبلية على مستويات متعددة. لذلك نلخص في هذا الجزء من الفصل الحادي عشر بعضاً من هذه التوجهات على المستوى الاقتصادي والثقافي والتقني، بعد الاطلاع على العديد من البحوث العلمية والتقارير المتخصصة في المجال ذاته.

١/٢/١١ التوجهات المستقبلية على المستوى الاقتصادي:

تزداد أهمية الحوسبة السحابية اقتصادياً بشكل متسارع على المستويين الدولي والمحلي. فعلى المستوى الدولي، يشير التقرير الصادر في أكتوبر ٢٠١٧م من مؤسسة فورستر (Forrester) إلى أنه من المتوقع أن يحقق حجم السوق العالمية لتقنية الحوسبة السحابية نمواً مهماً ويكتسب المزيد من الزخم، حيث يُتوقَّع أن تصل قيمتها إلى ٢٤١ مليار دولار أمريكي في عام ٢٠٢٠، كما تشير شركة قارتنر الاستشارية (Gartner Inc.) في تقريرها الصادر

في فبراير ٢٠١٧م إلى أن ما يزيد عن ٥٠% من المنظمات على مستوى العالم سترتبط بالحوسبة السحابية، كما أن حجم السوق العالمي لهذه التقنية قد تجاوز الـ ٢١٩ مليار دولار أمريكي في عام ٢٠١٦م، وتتوقع قارتنر نمو هذا الرقم بنحو ٨٧% في عام ٢٠٢٠م ليتجاوز الـ ٤١١ مليار دولار أمريكي. أما على المستوى المحلي فقد ضمَّنت وزارة الاتصالات وتقنية المعلومات ممثلةً في برنامج التعاملات الإلكترونية الحكومية (يسّر) الحوسبة السحابية كإحدى مبادراتها المستقبلية في الخطة التنفيذية الثانية للتعاملات الإلكترونية الحكومية (١٤٣٣-١٤٣٧هـ)، وشرعت في إنشاء ما يُسمَّى بالسحابة الإلكترونية الحكومية رغبةً في تشجيع الجهات الحكومية على الاستفادة من الإمكانيات والخدمات التي تقدمها السحابة الحكومية، ولتحسين عوامل الكفاءة والإنتاجية والمرونة. وفي سياق الإطار المحلي، يؤكد مدير إدارة تقنية المعلومات والاتصالات في برنامج الأمم المتحدة لعرب آسيا (الإسكو) أن السعودية باتت اليوم من أكبر أسواق الخدمات السحابية في المنطقة وفي الدول العربية، مشيرًا إلى أن المملكة كانت من أوائل الدول العربية التي اهتمت بتقنية الحوسبة الحسابية، وأرجع ذلك لعدة أسباب، منها الاستخدام الواسع لتقنية المعلومات والاتصالات من قِبل الأفراد والشركات، والتي في غالبيتها شركات عائلية، أضف إلى ذلك حجم المملكة الاقتصادي الذي جعل منها سوقاً رائجاً لتقديم خدمات الحوسبة السحابية. وعلى الرغم من غياب الدراسات الاستشارية الموثوقة لتقدير قيمة السوق السحابية في السعودية بشكل دقيق، إلا أن تقديرات مؤسسة آي دي سي للأبحاث (www.idc.com) تشير إلى أنَّ إنفاق دولتي السعودية والإمارات معاً على تقنية المعلومات ربما تجاوز ٥٣ مليار ريال سعودي في عام ٢٠١٧م. ولعل من أهم العوامل التي تحدُّ من توجُّه المنظمات في السعودية سواءً أكانت حكوميةً أم خاصة، يعود إلى غياب وجود تنظيم رسمي ينظم أعمال الحوسبة السحابية تزويداً كان أو استخداماً. إلا أنه من الجدير بالذكر أنَّ هيئة الاتصالات وتقنية المعلومات في السعودية (www.citc.gov.sa) سبق أن طرحت مشروعاً ضخماً لاستقصاء آراء العموم بشأن تنظيم الحوسبة السحابية بالمملكة في عام ١٤٣٧هـ . ويهدف هذا المشروع إلى بحث وتقييم التجارب الدولية وآليات الرقابة والتحكم في المعايير والتوجهات والممارسات الخاصة بها وبمقدمي الخدمات، وإعداد الأطر التنظيمية لتنظيم خدمات الحوسبة السحابية، وجعل المملكة محور ارتكاز لهذه الخدمات في منطقة الشرق الأوسط. ويتم التطرق إلى ملامح عن هذا المشروع في الفصل الثاني عشر من هذا الكتاب.

ويأتي هذا الزخم الكبير في الاستثمار والإنفاق العالمي والتوجُّه نحو تقنية الحوسبة السحابية مدفوعاً بعدة عوامل اقتصادية ذات علاقة بخصائص الحوسبة السحابية جذبت إليها جميع فئات ذوي المصلحة من مزودين ومستفيدين وشركاء. ومن هذه العوامل الاقتصادية ما يلي:

- قدرة الخدمات السحابية على التوسُّع والانكماش المرن:

تسهم الحوسبة السحابية في تخفيض التكاليف المالية بالنسبة للمنظمة المستفيدة بسبب قدرتها المرنة على التوسُّع والانكماش في طلب الموارد التقنية بناءً على حاجة المستفيد في أي وقت ومن أي مكان. فعلى سبيل المثال، بالنسبة لمنظمةٍ مستفيدة تعرف مسبقاً أنَّ أوقات الذروة في استخدام مواردها التقنية (مثل، بوابتها الإلكترونية وما يتبعها من خوادم ووسائط تخزين وشبكات) يقتصر فقط على فترة ثلاثة أشهر في كل سنة، فإنه من غير المنطقي أن تنفق هذه المنظمة أموالها في اقتناء موارد تقنية ضخمة تعرف مسبقاً أنها تبقى غير مُستَغَلَّة بشكل كامل في الأشهر التسعة المتبقية من السنة. لذا فإنَّ الحوسبة السحابية تقدِّم نموذجاً جديداً للأعمال، يعتمد الإنفاق التشغيلي بديلاً للإنفاق الرأسمالي، بالنسبة للمستفيد. وينطبق الحال على مزود الخدمات السحابية الذي يستخدم نموذج أعمال يتعامل مع تزويد الموارد التقنية للعملاء وكأنها خدمات عامة تشابه في احتساب تكاليفها خدمات الماء والكهرباء.

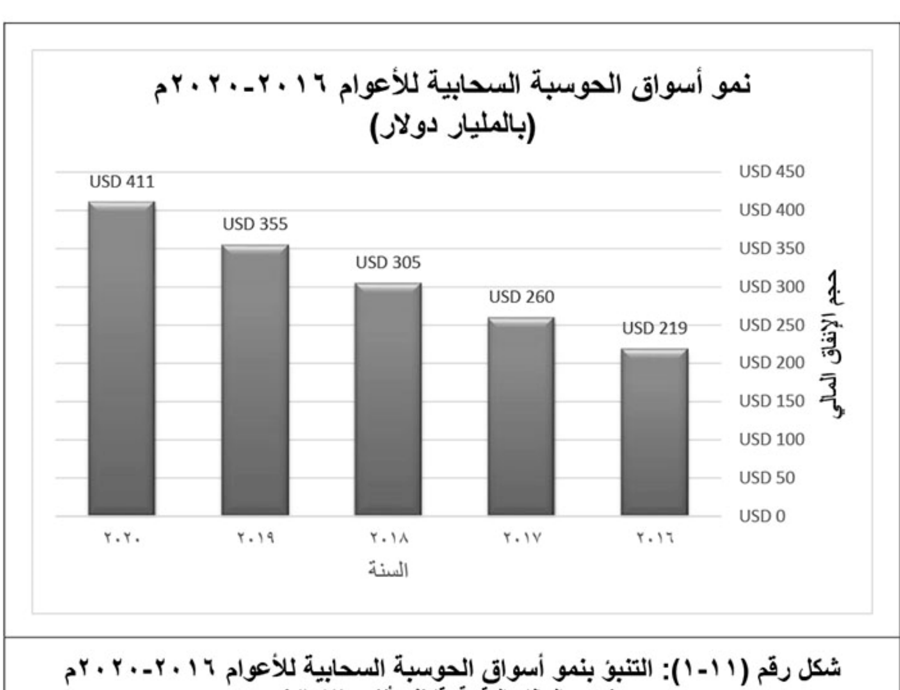
- نموذج الدفع حسب الاستخدام:

لا تحتاج المنظمة المستفيدة إلى التخطيط للحصول على أموال طائلة قبل الشروع في تفعيل خدماتها السحابية، إذ يُغني مزود الخدمة المستفيد عن شراء واقتناء التجهيزات التقنية والبرمجيات اللازمة لتشغيل الخدمات السحابية، من خلال إتاحتها للاستخدام المباشر من أي مكان وفي أي وقت، وباستخدام تجهيزات تقنية بسيطة، ومن ثَمَّ الدفع حسب الاستخدام فقط. يحفِّز نموذج الأعمال هذا الكثير من المنظمات الصغيرة والمتوسطة، التي لا تستطيع تحمُّل تكاليف اقتناء التجهيزات التقنية والبرمجيات، على الإقبال على اقتناء موارد السحابة كخدمة إلكترونية مدفوعة الثمن حسب مقدار الاستخدام، وفي ظرف دقائق معدودة، وعبر شبكة الإنترنت. ولتلبية الاحتياجات المتعددة والطلبات المختلفة لشرائح المستفيدين المتفاوتة، يتيح مزودو الخدمات السحابية نماذج تسعير مختلفة لاحتساب التكاليف المادية، إلى جانب نموذج الدفع حسب الاستخدام، مثل: نموذج الاشتراك في الخدمة السحابية، ونموذج التسعير الهجين.

- أعباء وتكاليف التشغيل:

يتطلب تشغيل خدمات تقنية المعلومات داخل المنظمة أعباءً إدارية وتكاليف مادية. فتشمل الأعباء الإدارية القيام بأعمال الصيانة المرتبطة بالخدمات الإلكترونية؛ كترقية إصدارات البرمجيات، واستبدال التجهيزات التقنية، والقيام بالتحديثات الأمنية. كما تشمل التكاليف التشغيلية رواتب العمالة، ورخص البرمجيات الدورية، واقتناء التجهيزات التقنية الحديثة، ورسوم الكهرباء والتبريد، والتأمين. أما في حال تشغيل الخدمات الإلكترونية على السحابة فيتم التخلص من الأعباء الإدارية والاقتصار على التكاليف المادية التي تشمل تكاليف استخدام الخدمة السحابية.

إنَّ النمو الكبير في التجارة الإلكترونية باستخدام منصات تجارية إلكترونية (مثل أمازون، Amazon، وإي بي، eBay)، والاستخدام المتزايد لوسائل التواصل الاجتماعية (مثل: فيسبوك، وتويتر، وإنستقرام)، وخدمات الويب (٢,٠) الأخرى (مثل، الويكيبيديا، Wikipedia) -أدَّى إلى زيادة الطلب على استخدام الموارد التقنية بشكل كبير (Gorelik, 2013). ولقد أدركت الشركات الضخمة-مثل: قوقل، وأمازون، ومايكروسوفت-أنه يمكن تحقيق الجدوى الاقتصادية من خلال الاستثمار والتوسُّع في بناء مراكز بيانات ضخمة ومنتشرة حول قارات العالم لمواجهة النمو الكبير في استخدام الحوسبة السحابية. من خلال هذه المراكز الضخمة، يمكن أن يتم تعظيم عدد وحجم المهام التي يمكن إنجازها لكل وحدة مالية يتم إنفاقها (كالريال)، ويعود ذلك إلى إمكانية مشاركة الموارد السحابية بشكل أكثر فعالية، وتحسين استغلال الخوادم الفعلية والافتراضية، وتقليل الفترات الزمنية التي لا يتم خلالها استخدام الموارد التقنية، وتخفيض التكاليف التشغيلية. في دراسة شركة قارتنر الاستشارية التي أشرنا إليها سابقاً، والتي أُجريت في أكتوبر عام ٢٠١٧م، تشير نتائج الدراسة إلى التنبؤ بنمو أسواق الحوسبة السحابية إلى ٤١١ مليار دولار أمريكي في عام ٢٠٢٠م، ارتفاعاً من الإنفاق الفعلي في عام ٢٠١٦م بمقدار ٢١٩ مليار دولار أمريكي، ويوضِّح الشكل رقم (١١-١) التوجهات المستقبلية للنمو الاقتصادي المتوقع للحوسبة السحابية للأعوام من ٢٠١٦م إلى ٢٠٢٠م.



شكل رقم (١١-١): التنبؤ بنمو أسواق الحوسبة السحابية للأعوام ٢٠١٦-٢٠٢٠م
(مصدر البيانات الرقمية: قارتنر، أكتوبر ٢٠١٧م)

كما تشير الدراسة الاستشارية التي أجرتها مؤسسة آي دي سي للأبحاث (IDC Analyze the Future) في سبتمبر ٢٠١٦م، إلى توزيع الإنفاق المالي على أربعة نماذج لخدمات الحوسبة السحابية، وهي:

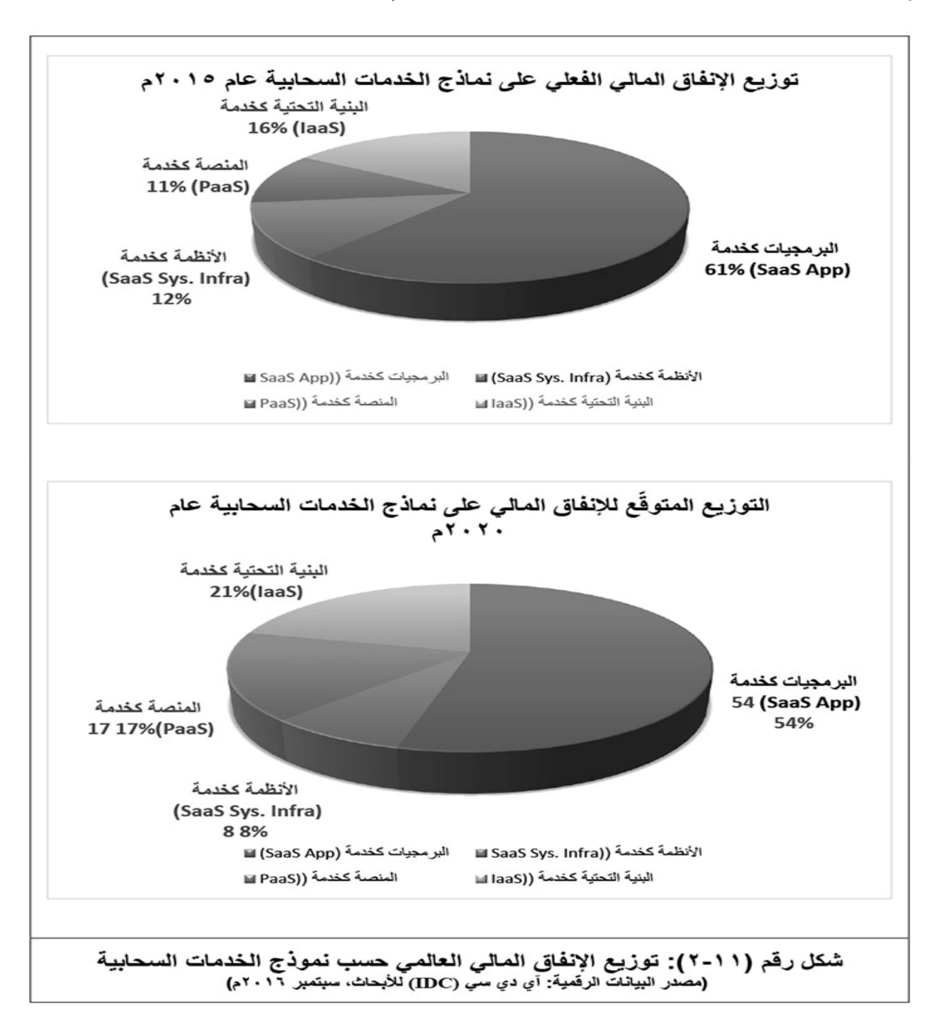
- البرمجيات كخدمة (SaaS App)، وتشير إلى التطبيقات السحابية.
- الأنظمة كخدمة (SaaS Sys. Infra.)، وتشير إلى البنية التحتية للأنظمة، والتي تتيح إدارة الأنظمة، والأمن، والعديد من الأنظمة المساندة الأخرى.
- المنصة كخدمة (PaaS)، وتشير إلى أدوات تطوير التطبيقات السحابية، ومنصات التطوير.
- البنية التحتية كخدمة (IaaS)، وتشير إلى التجهيزات التقنية؛ كالخوادم، والشبكة، ووسائط التخزين.

إذ تتنبأ الدراسة بانخفاض طفيف في نمو سوق البرمجيات كخدمة (SaaS App) من ٦١% في عام ٢٠١٥م إلى ٥٤% في عام ٢٠٢٠م، وانخفاض ملحوظ في نمو سوق الأنظمة كخدمة (SaaS Sys. Infra.) من ١٢% في عام ٢٠١٥م إلى ٨% في عام ٢٠٢٠م، وارتفاع نمو سوق المنصات كخدمة (PaaS) من ١١% في عام ٢٠١٥م إلى ١٧% في عام ٢٠٢٠م، وارتفاع نمو سوق البنية التحتية كخدمة (IaaS) من ١٦% في عام ٢٠١٥م إلى ٢١% في عام ٢٠٢٠م. ويوضِّح الشكل رقم (١١-٢) توزيع الإنفاق المالي العالمي على الحوسبة السحابية حسب نموذج الخدمات المُقدَّم بين العامين ٢٠١٥م و٢٠٢٠م.

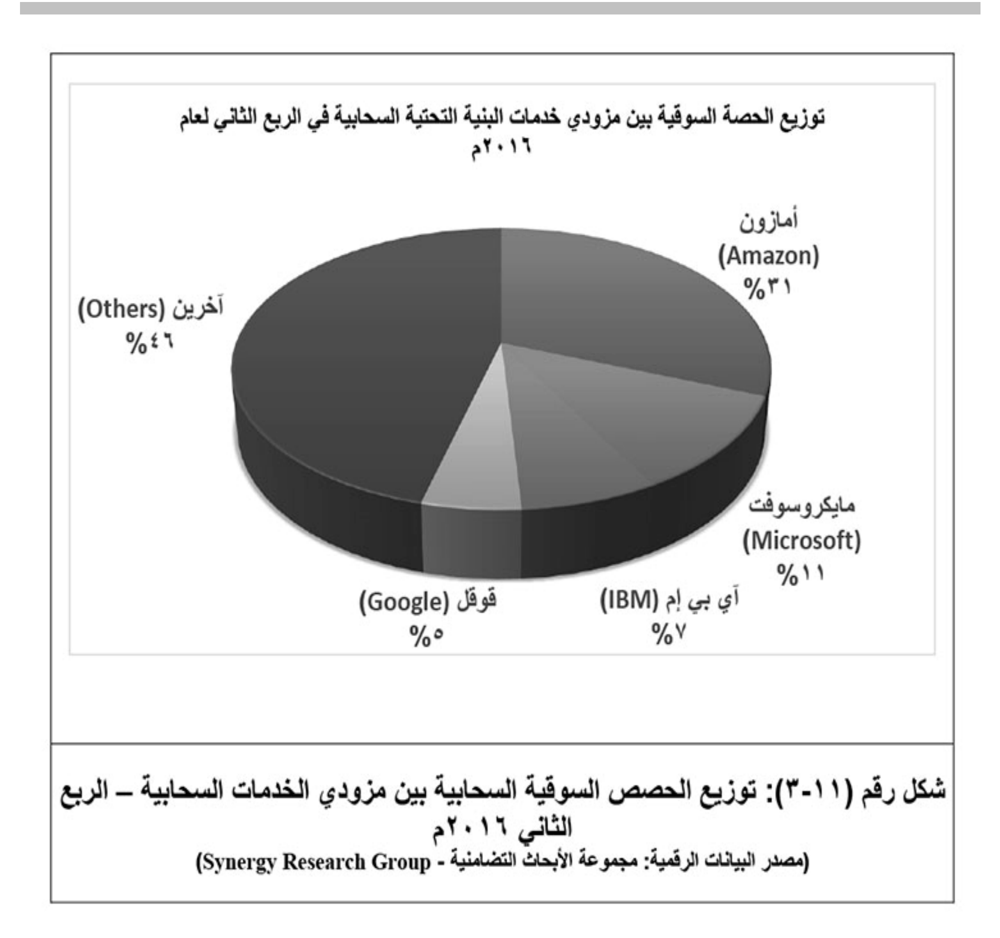
أما بشأن توزيع الحصص السوقية بين مزودي الخدمات السحابية، فيشير التقرير الصادر من مجموعة الأبحاث التضامنية (Synergy Research Group) في الربع الثاني من عام ٢٠١٦م إلى استمرار سيطرة الشركات الأربع الكبرى (أمازون، ومايكروسوفت، وآي بي إم (IBM)، وقوقل) على ما نسبته ٥٤% من الحصة السوقية للحوسبة السحابية (والتي تشمل خدمات البنية التحتية (IaaS)، وخدمات المنصات كخدمة (PaaS)). بينما تتوزع النسبة المتبقية من الحصة السوقية السحابية(٤٦%) على أكثر من ٢٠ شركة، ومن بينها: شركة آليبابا (Alibaba)، وراك سبيس (Rackspace)، وسيلزفورس (Salesforce)، وأوراكل (Oracle)، وإتش بي إي (HPE)، وأي تي أند تي (AT&T)، وسنشري لينك (CenturyLink)، وجوي نت (Joynet)، وأورانج (Orange). ويوضِّح الشكل رقم (١١-٣) توزيع الحصص السوقية السحابية بين مزودي الخدمات السحابية – الربع الثاني ٢٠١٦م.

أخيراً، ينبغي الإشارة إلى أنه وكما هو الحال مع ظهور أي تقنية حديثة، تبرز العديد من التحولات والتغييرات التي غالباً ما تكون مربكة وغير واضحة من عدة جوانب. فمن الجانب الاقتصادي، ظهر مع بروز الحوسبة السحابية نموذج أعمال جديد يختلف كلياً عن نموذج الأعمال التقليدي الذي يعتمد على انتهاء العلاقة التجارية بين البائع والمشتري بمجرد إتمام العملية التجارية وتسليم المنتج إلى المشتري. ويُسمَّى نموذج أعمال خدمات الحوسبة السحابية بـ "نموذج الأعمال المرن". في هذا النموذج المرن، تبدأ وتستمر علاقة المشتري (المستفيد) بالبائع (مزود الخدمة السحابية) بمجرد إتمام العملية التجارية، إذ تقع المسؤولية على مزود الخدمة لضمان استمرار تشغيل الخدمة ٢٤ ساعة في اليوم، و٧ أيام الأسبوع، و٣٦٥ يوماً في السنة. ومن التحديات التي تصاحب تطبيق نموذج الأعمال المرن صعوبة التنبؤ بالإيرادات والتكاليف لكلٍّ من المزوِّد والمستفيد على التوالي؛ ويعود السبب في ذلك إلى تطبيق مبدأ "الدفع حسب الاستخدام"، والذي يفرض آليةً لا تلزم المستفيد بالاستمرار لفترات

طويلة، فبمجرد انتهاء حاجته من الخدمة يستطيع إيقاف الخدمة وإنهاء علاقته بالمزود. من ناحية أخرى، ينبغي لمزود الخدمات السحابية تبنّي إستراتيجيات جديدة لتسويق منتجاته الإلكترونية تختلف عن الأساليب التقليدية في التسويق، التي قد تعتمد على الزيارات الميدانية أو توزيع المنشورات الورقية. ففي نموذج الأعمال المرن للحوسبة السحابية، يمكن أن تتم عملية التبادل التجاري دون الحاجة لأي تدخل بشري، حيث يمكن للمستفيد شراء وتشغيل الخدمة السحابية من خلال البوابة الإلكترونية لمزود الخدمة.



شكل رقم (١١-٢): توزيع الإنفاق المالي العالمي حسب نموذج الخدمات السحابية
(مصدر البيانات الرقمية: آي دي سي (IDC) للأبحاث، سبتمبر ٢٠١٦م)



شكل رقم (١١-٣): توزيع الحصص السوقية السحابية بين مزودي الخدمات السحابية – الربع الثاني ٢٠١٦م

(مصدر البيانات الرقمية: مجموعة الأبحاث التضامنية - Synergy Research Group)

لذا، قد يكون من الضروري أن يقوم مزود الخدمة السحابية بتسويق منتجاته عبر وسائل التواصل الاجتماعي، والبريد الإلكتروني، والعديد من المنصات التفاعلية-الإلكترونية الأخرى. ومن جانب آخر، يشير كلٌّ من بلامار وزملائه (Plummer et al., 2009)، وفاكارو وزملائه (Vaccaro et al., 2004) إلى أنَّ نموذج الأعمال المرن للحوسبة السحابية يمكن أن يتأثر بخمسة مؤثرات أساسية، هي: (١) مزود الخدمة، و(٢) المستفيد من الخدمة، و(٣) التطوُّر التقني لمكونات الحوسبة السحابية، و(٤) سوق الحوسبة السحابية، و(٥) الأنظمة واللوائح والقواعد التنظيمية للحوسبة السحابية في الدولة التي يتم تقديم الخدمات السحابية فيها.

٢/٢/١١ التوجهات المستقبلية على المستوى الثقافي:

لا شك أنَّ التحوُّل الإلكتروني في التعاطي مع تقنية المعلومات من خلال الحوسبة السحابية يؤثر بشكل مباشر وغير مباشر في الأدوار المنوطة بكل ذي علاقة بهذه التقنية الناشئة. حيث يمكن رصد هذا التأثير من خلال النظر في التغييرات التي تطرأ على إجراءات العمل للقيام بالخدمات المقدَّمة، وتوسيع نطاق قاعدة اتخاذ القرار داخل المنظمة سواءً المستفيدة أو المزودة للخدمة، وكيفية تدفق المعلومات بين مكونات الهيكل التنظيمي للمنظمة، ودرجة التزام الأطراف المعنية بتقديم الخدمات السحابية. تشكِّل هذه الأبعاد الأربعة في مجموعها تحوُّلاً في ثقافة المنظمة للتعامل مع الخدمات السحابية. ومن أشكال التحوُّلات الرئيسية التي تُحدِثُها الحوسبة السحابية ما يلي:

- تحوُّل الإنفاق المالي من رأسمالي يتم دفعه مرة واحدة مقابل امتلاك البنية التحتية التقنية (كما هو الحال في البيئة التقليدية للحوسبة) إلى إنفاق مالي تشغيلي يتم دفعه مقابل الاستخدام الفعلي للبنية التحتية التقنية لمدة محدودة حسب حاجة العميل (كما هو الحال في البيئة السحابية).

- التحوُّل من التعامل المباشر مع البنية التحتية التقنية (كما هو الحال في البيئة التقليدية للحوسبة) إلى التعامل غير المباشر في بيئة الحوسبة السحابية عبر شبكة الإنترنت.

- انخفاض مستويات الأعباء الإدارية المنوطة بالمستفيد في البيئة السحابية، حيث يكون مستخدماً، مقارنةً بالأعباء الإدارية المنوطة به في بيئة الحوسبة التقليدية حيث ينبغي أن يكون مُطوِّراً ومشغِلاً ومستخدِماً.

- إشراك جميع الأطراف ذات العلاقة بعملية التحوُّل إلى السحابة وتشغيل خدماتها، بما في ذلك قيادات المنظمة وفرق العمل والمستخدمون النهائيون للخدمة، في عمليات اتخاذ القرارات ذات العلاقة بالخدمات السحابية، واستمرار التنسيق والتواصل في هذا الشأن.

- إعادة هندسة إجراءات الأعمال داخل المنظمة لتتلاءم مع الآلية الجديدة لتقديم الخدمات السحابية.

في السياق نفسه، وجد لوو وزملاؤه (Low et al., 2011) أنَّ التغييرات الناشئة بسبب التحوُّل إلى السحابة لا تقتصر فقط على إجراءات العمل، بل تشمل أيضاً قيم المنظمة، وإدارتها للبيانات، والتقنية، والموظفين، والعمليات. كما توصَّل سوو (Suo, 2013) في بحثه إلى أنَّ تطبيق الحلول السحابية يحوِّل إدارات تقنية المعلومات إلى شركاء أعمال نشطين مع وحدات الأعمال الأخرى في المنظمة بغرض زيادة التجاوب السريع مع عملاء المنظمة. كما يشير سوو في البحث نفسه إلى أنَّه على الرغم من أنَّ التحول إلى السحابة يسمح للمنظمات أن تتجاوب بشكل لافت مع احتياجات عملائها مما يُحسِّن في مستوى التنافسية، إلا أنَّ التغييرات والتحولات الناشئة بسبب التحوُّل إلى السحابة لا تزال تشكِّل هاجساً لدى المنظمات.

ويشير نبيل سلطان وزملاؤه (Sultan et al., 2012) في دراسة بحثية بعنوان: (ثقافة المنظمة والحوسبة السحابية: التعامل مع الابتكارات المُربِكَة) إلى أنَّ الحوسبة السحابية تُحدِث ابتكاراً منظَّماً وابتكاراً جديداً مربِكاً في الوقت نفسه. فهي تُحدِث ابتكاراً منظَّماً؛ كونها نشأت نتيجةً للتطوُّر المرحلي الذي مرَّت به الحوسبة عموماً من مرحلة الحاسبات المركزية (mainframe) مروراً بمرحلة الخادم-العميل الموزعة، ثم إلى مرحلة الإنترنت (كما تطرقنا إلى ذلك في تمهيد هذا الكتاب)، من خلال توظيف وتطوير تقنيات قائمة مثل مشاركة الوقت (Timesharing) لمعالجة المهام المحوسبة، كما هو الحال في الحاسبات المركزية، وكذلك توظيف وتطوير تقنيات التقنية الافتراضية، والحوسبة الشبكية، وتكرار نُسَخ من الموارد التقنية بغرض التعافي من الكوارث حال حدوثها، والويب (٢,٠)، وموازنة الأحمال. كما أنها تحدث ابتكاراً جديداً مربِكاً؛ كونها فتحت الآفاقَ لنموذج أعمال جديد يتيح لأصحاب المصلحة القيام بالتبادل التجاري بيسر وسهولة (من خلال ضغطة زر)، وبأسعار تنافسية منخفضة. أصبح متاحاً للمستفيد اقتناء الخدمة السحابية عن بُعد في ظرف دقائق، وإمكانية التوسُّع والانكماش المرن في قدرات الخدمات السحابية حسب الطلب والاحتياجات، وبشكل آني. كما أنَّ الحوسبة السحابية خلقت فرصاً اقتصادية هائلة لأصحاب المصلحة لتقديم خدمات ذات جودة جيدة، والتي كانت تاريخياً تتطلب إنفاقاً مالياً كبيراً لتشغيلها داخلياً بسبب التكاليف المالية المرتبطة بأسعار التجهيزات المادية والبرمجيات، وتكاليف رواتب العمالة المشغِلَّة للموارد التقنية.

إنَّ تقديم الخدمات السحابية بشكل آني وعلى أساس التكلفة حسب الاستخدام قد فتح فرصاً استثمارية هائلة لمزودي الخدمات المحوسبة لاستغلال هذا السوق التجاري الجديد،

والذي تشير فيه شركة قارتنر الاستشارية (Gartner Inc.) إلى أن حجم السوق العالمي لهذه التقنية في عام ٢٠١٦م قد تجاوز الـ ٢١٩ مليار دولار أمريكي، وتتوقع قارتنر نمو هذا الرقم بنحو ٨٧% في عام ٢٠٢٠م ليتجاوز الـ ٤١١ مليار دولار أمريكي. وفي الوقت نفسه، لا يحتاج المستفيد سواءً أكان فرداً أم منظمة إلى إهدار الأموال للحصول على خدمات إلكترونية يمكن اقتناؤها من السوق السحابي بأسعار منخفضة ودون حاجة للإنفاق الرأسمالي. من هذا المنطلق، شكَّلت الحوسبة السحابية تحوُّلاً كبيراً في التعاطي مع تقنية المعلومات يؤثِّر بشكل مباشر وغير مباشر في الأدوار المنوطة بكل من المزود والمستفيد منها. على الرغم من ذلك، لا يخلو هذا التحوُّل من بروز بعض التحديات التنظيمية والتقنية والقانونية، والتي تطرقنا إلى معظمها في فصول سابقة من هذا الكتاب. وبتسليط الضوء على الجانب التنظيمي، أشارت عدة دراسات علمية، (Goth, 2011; Sultan et al., 2012; Kavis, 2014)، إلى أنَّ تبنّي تقنية الحوسبة السحابية يستلزم تغيراً على مستوى ثقافة المنظمة، وأنَّ تجاهل التحولات التقنية الجديدة أو الوقوف ضدها قد يؤدي إلى نتائج غير محمودة. فعلى سبيل المثال، يبرز مثال شركة كوداك (Kodak)، وهي شركة كانت رائدة في مجال أفلام وكاميرات التصوير، كمثال حيّ على الفشل في التعاطي مع التحوُّلات الرئيسية في تقنية المعلومات. فقد تأخرت إدارة الشركة في وضع خطة تحوُّل رقمي في الوقت المناسب؛ الأمر الذي نتج عنه تسرُّبٌ في مواردها البشرية بمقدار ٨٠%، وفقدان حصتها في سوق الأفلام والتصوير، وهبوط حاد في سعر سهم الشركة في السوق المالية، كنتيجة لفشل إدارة الشركة في استغلال الفرصة الاستثمارية التي سنحت لها للتحوُّل إلى العالم الرقمي، إلا أنها لم تحسن التعامل معها في حينه (Lucas et al., 2009). وكادت أن تسلك شركة أوراكل (Oracle) المنحى نفسه الذي سلكته شركة كوداك لولا أنها تداركت الوضع مؤخراً والتحقت بالركب، إذ يروي كلٌّ من جونسون (Johnson, 2008) وهاسون (Hasson, 2008) أنَّ لاري إليسون، مؤسِّس شركة أوراكل، انتقد الحوسبة السحابية في بداية ظهورها ووصفها بأنها "موضة تقنية" و"ثرثرة غير مجدية"، وأكَّد في تعليق له أنه من الصعوبة بمكان زيادة الإيرادات المالية من خلال توظيف هذه التقنية؛ نظراً لعدم وجود نموذج أعمال واضح لها. لكن إليسون تدارك موقفه وتراجع عنه بعد إدراكه لخطورة تجاهل هذه التقنية الناشئة في حينه. وأصبحت أوراكل لاعباً مهماً ومزوداً رئيسياً لخدمات سحابية متنوعة، تتمثل في إتاحة منصات سحابية متكاملة، وتطبيقات أعمال ذكية، وبيئات تشغيل سحابية حديثة، إما على هيئة بنية تحتية كخدمة (IaaS) أو منصات كخدمة (PaaS) أو برمجيات كخدمة (SaaS).

لقد أدَّى ظهور العديد من الشركات المتخصصة في تقديم مختلف أنواع الخدمات السحابية، والتي بدأ ظهورها مع بزوغ نجم الحوسبة السحابية، إلى ظهور نماذج أعمال خلَّاقة تعتمد على التبادل التجاري عبر شبكة الإنترنت بشكل يختلف تماماً عن تلك النماذج التقليدية التي تعتمد على التبادل التجاري بشكله التقليدي. ومع ظهور هذه النماذج الجديدة للأعمال، انقسمت الشركات القائمة في موقفها من الحوسبة السحابية إلى ثلاثة أقسام:

- القسم الأول: نجح في أن يكون من أوائل المتبنين والمتكيفين مع بيئة الحوسبة السحابية الجديدة، وبالتالي تمَّ إجراء تغييرات وتحوُّلات رئيسية في نماذج تقديم الأعمال؛ الأمر الذي انعكس على ثقافة المنظمة الداخلية. ويبرز اسم شركة مايكروسوفت (Microsoft) كأبرز مثال في هذا القسم، إذ لم تقتصر أعمالها على بيع البرمجيات وأنظمة التشغيل، بل تحولت مباشرةً إلى تقديم جميع نماذج الخدمات السحابية الثلاثة (IaaS, PaaS, SaaS). ولقد انعكس هذا التحوُّل إيجابياً على إيراداتها السنوية التي ارتفعت مما يقارب ٦٠ مليار دولار أمريكي في عام ٢٠٠٨م، إلى ٨٥ مليار دولار أمريكي في عام ٢٠١٦م، بزيادة تُقدَّر بـ ٤١%.

- القسم الثاني: تجاهَل التحوُّل إلى بيئة الحوسبة السحابية، ولم يجر التغييرات اللازمة في ثقافة المنظمة الداخلية لتبنّي هذه التقنية الجديدة؛ الأمر الذي أدى إلى إفلاس هذه الشركات وخروجها من أسواق المنافسة. ومن الأمثلة البارزة لهذا القسم: شركة كوداك (Kodak) المتخصصة في مجال أفلام وكاميرات التصوير، وشركة بلاك باستر(Blockbuster) المتخصصة في مجال تأجير الأفلام السينمائية، وشركة بوردرز (Borders Books & Music) المتخصصة في مجال الكتب والموسيقى.

- القسم الثالث: انتهج إستراتيجية الاندماج أو الاستحواذ مع/ على تلك الشركات الناشئة والمتخصصة في تقديم مختلف أنواع الخدمات السحابية. ويشمل هذا القسم تلك الشركات الكبرى التي رأت أنَّ نموذج تقديم أعمالها القائم لن يستطيع مجاراة التحوُّلات الرئيسية في تقديم الأعمال، وأنَّ أسرع طريق لتحقيق المكاسب هو تجنُّب تغيير الثقافة الداخلية مؤقتاً؛ لما يصاحبها من مشاكل جمَّة قد تستغرق فترة زمنية طويلة لحلها، والسير قُدُماً في الاندماج أو الاستحواذ مع/ على تلك الشركات الصغيرة الناجحة في مجال الحوسبة السحابية. ومن الأمثلة على الاندماجات أو الاستحواذات البارزة في هذا القسم:

- استحواذ شركة الاتصالات فيرايزون (Verizon) على شركة تيرامارك (Terremark) المتخصصة في تقديم الخدمات السحابية، بمبلغ ١،٤ مليار دولار أمريكي، في عام ٢٠١١م.
- استحواذ شركة تايم ورنر كيبل (Time Warner Cable)، ثاني أكبر شركة مشغلة للقنوات التلفزيونية، على شركة نيفي سايت (NaviSite) المتخصصة في تقديم خدمات استضافة البوابات الإلكترونية وإدارة التطبيقات والخدمات السحابية، بمبلغ ٢٥٠ مليون دولار أمريكي، في عام ٢٠١١م.
- استحواذ شركة الاتصالات سنشري لينك (CenturyLink) على شركة سافييز (Savvis) المتخصصة في تقديم خدمات البنية التحتية كخدمة (IaaS)، التي تملك ٥٠ مركز بيانات في أمريكا وأوروبا وآسيا، بمبلغ ٢،٥ مليار دولار أمريكي، في عام ٢٠١١م.
- استحواذ شركة الحاسبات الشخصية ديل (Dell) على شركة إي إم سي (EMC) المتخصصة في تقديم خدمات التخزين والتقنية الافتراضية، بمبلغ ٦٧ مليار دولار أمريكي، في عام ٢٠١٦م.

إنَّ التحول في ثقافة المنظمة للتعاطي مع تقنية الحوسبة السحابية لا يقتصر فقط على صنف واحد من أصناف ذوي المصلحة (المزود، والمستفيد، والمالك، والشريك)؛ بل ينبغي أن يشمل الجميع. فتواجه المنظمة التي ترغب في أن تمارس دور مزود الخدمة إشكالية إيجاد مسلك مناسب لتقديم الخدمات السحابية المنظورة دون أن يؤثر ذلك على جودة تقديم خدماتها القائمة لعملائها الحاليين؛ وذلك لتفادي تسرُّب عملائها وانخفاض إيراداتها. كما تواجه المنظمة المستفيدة المصير نفسه من حيث ضرورة إيجاد نموذج عملي ناجح يساعد على تغيير ثقافتها التنظيمية للتعامل مع الموارد التقنية كخدمات تُستأجر لاستخدامها عن بُعْد كما هو الحال في البيئة السحابية، وليست كأصول داخلية كما هو الحال في البيئة التقنية التقليدية. وينطبق الحال كذلك على كلٍّ من مالك الخدمات السحابية والشريك في تقديمها. يوصي جون كوتر (John Kotter, 1996) بتطبيق ثماني خطوات رئيسية للنجاح في إجراء تحوُّل رئيسي داخل المنظمة وتغيير في ثقافتها الداخلية، وهذه الخطوات هي:

- ضرورة تشجيع التغيير والإلحاح عليه، من خلال إيضاح الفرص المتاحة عند التغيير، والمخاطر الممكنة عند عدم التغيير. ويكفي أن يتم إقناع ٧٥% من المديرين الحاليين بأنَّ الواقع الحالي يمثل أكثر خطورةً من المستقبل غير المعروف عند إجراء التغيير.
- تشكيل فريق عمل يتصف بالكفاءة والمهارة الكافية لقيادة التغيير، وتشجيعهم على العمل بروح الفريق الواحد وخارج نطاق الهيكل التنظيمي الرسمي.
- وضع رؤية واضحة وإستراتيجية منبثقة عن الرؤية، وأهداف مقنعة لإجراء التغيير والتحوُّل.
- استخدام كل الوسائل التنظيمية الممكنة لإيصال فكرة الرؤية والإستراتيجية من أجل تحقيقهما.
- تحفيز الآخرين للتماشي مع الرؤية وأهدافها، من خلال إزالة أو تعديل الأنظمة أو الهياكل الإدارية التي تعيق تحقيق الرؤية، وتشجيع ذوي العلاقة للأخذ بالأفكار والأنشطة والإجراءات غير التقليدية.
- التخطيط للحصول على المكاسب السريعة وتطبيقها، من خلال تعريف ومتابعة التحسُّن في الأداء، ومكافأة الموظفين الذين يسهمون في تحقيق هذا التحسُّن.
- تعزيز التحسينات التي تطرأ، وإجراء مزيد من التغيير من خلال:
  - توظيف مصداقية المكاسب السريعة التي تحققت لغرض إجراء المزيد من التغيير في الأنظمة والهياكل التنظيمية والإجراءات التي تعيق تحقيق الرؤية.
  - استقطاب وتشجيع وتطوير الموظفين الذين يطبقون أهداف الرؤية.
  - تنشيط عملية التغيير والتحوُّل بإقرار مشاريع جديدة.
- إضفاء الطابع المؤسسي على منهجيات وأساليب العمل الجديدة وتكريسها كثقافة جديدة في المنظمة، من خلال الربط بين المنهجيات والأساليب الجديدة والنجاح المؤسسي، وإيجاد خطط تطوير القيادة وخطط التعاقب، بما يتفق مع المنهجيات والأساليب الجديدة.

٣/٢/١١ التوجهات المستقبلية على المستوى التقني:

تتفق جميع الدراسات المسحية التي أُجريت لاستشعار التوجهات المستقبلية نحو الحوسبة السحابية في المنظمات على وجود توجُّه واضح إلى تبنّي هذه التقنية الحديثة (جي بي مورقان (J. P. Morgan)، ٢٠١٦م؛ إنتل سكيوريتي (Intel Security)، ٢٠١٦م؛ قارتنر (Gartner)، ٢٠١٧م). ومع وجود هذا التوجه، لا يزال ينتاب بعض متخذي القرار من المتخصصين في مجال تقنية المعلومات بعض الهواجس التقنية التي قد تؤخِّر عملية التحوُّل نحو هذه التقنية (Brian Butt, 2015; Issy Ben-Shaul, 2017). ومن أبرز هذه الهواجس: صعوبة التنبؤ بجودة أداء الخدمات السحابية، والمخاطر الأمنية، وانخفاض مستوى الحوكمة والتحكم التشغيلي، ومحدودية إمكانية التنقل بين مزودي السحابة، وغموض في فهم آلية عمل بعض خصائص تقنية الحوسبة السحابية، والعقبات القانونية والالتزام الدولي، وغيرها من الهواجس الأخرى. على الرغم من ذلك، يتم النظر إلى هذه التحديات على أنها تشكِّل مصدراً ملهماً وراسماً للتوجهات المستقبلية على المستوى التقني، إذ يسعى مزودو الخدمات السحابية ومطورو التقنيات والبرمجيات إلى إيجاد حلول ناجعة لهذه التحديات بغرض جذب العملاء للإقدام على تبني الحوسبة السحابية. من هذا المنطلق، نتطرق في هذا الجزء إلى أبرز التقنيات الجاري تطويرها والمتوقع أن تقدِّم حلولاً تقنية تسد الفجوات القائمة وابتكاراتٍ تستغل وفرة موارد الحوسبة المتاحة. ومن أبرز هذه التقنيات: السحابات البينية، والحوسبة السحابية المتنقلة، ومنهجية التطوير (DevOps)، وتحليلات السحابة، والسحابة الخضراء، والذكاء الاصطناعي، والسحابة الهجينة والمنصة كخدمة (PaaS).

- السحابات البينية:

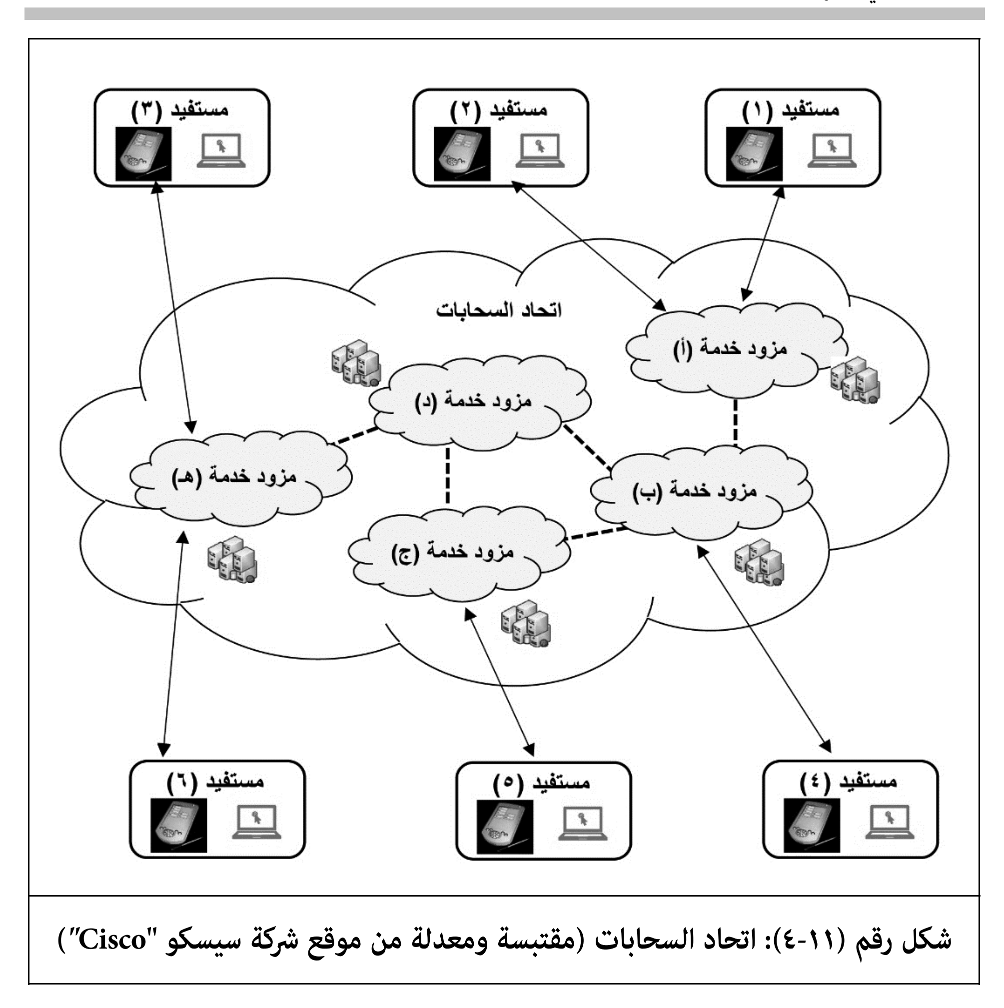
تُعرَف السحابية البينية بأنها مبدأ يقوم على فكرة ربط السحابات ببعضها البعض، بما في ذلك السحابات العامة، والخاصة، والهجينة. وبإتمام عملية الربط بين السحابات يتم زيادة الطاقة الاستيعابية لكل سحابة، وزيادة تنوع الخدمات والتقنيات المتاحة، وتحسين قابلية العمل المشترك بين السحابات، وتسهيل عملية التنقل بين مزودي السحابات. بدأت فكرة السحابة البينية كمشروع صغير في شركة سيسكو (Cisco) في عام ٢٠٠٨م، ثم تمَّ تبنيه من قِبَل معهد مهندسي الكهرباء والإلكترونيات (IEEE) وتقديمه لأول مرة في عام ٢٠١٠م في ورشة دولية كان موضوعها التشغيل المشترك في الحوسبة السحابية والخدمات (InterCloud 2010). وفي عام ٢٠١٣م، تمَّ إنشاء بيئة

اختبارية ضمَّت ٢١ سحابة ومزودي خدمات سحابية، وشركات تقنيات السحابة، ومراكز أبحاث أكاديمية في الولايات المتحدة الأمريكية وأوروبا ومنطقة آسيا الباسيفيك. وكان الهدف المعلَن للبيئة الاختبارية للسحابة البينية أن تكون مدخلاً لتطوير معايير للشبكات البينية بين السحابات.

ويأتي ظهور السحابة البينية كنتيجة طبيعية للطلب المتزايد على تبنّي خدمات الحوسبة السحابية، إذ إنه مع تزايد مستخدمي السحابة يبرز تحدي مدى إمكانية تلبية مزود الخدمة لجميع الطلبات الواردة إليه، حيث إنَّ كلَّ مزود على حِدة قد لا يمتلك موارد سحابية كافية تؤهله للاستمرار في تقديم خدمة مرضية للمستفيدين الحاليين، وفي الوقت نفسه قبول مستفيدين جُدُد. وبربط السحابات العائدة لأكثر من مزود ببعضها البعض يتم زيادة الطاقة الاستيعابية لكل سحابة بشكل غير مباشر. من ناحية أخرى، وفي ظلِّ وجود شركات ضخمة كمزودي خدمات سحابية، مثل أمازون وقوقل ومايكروسوفت، فمن الصعوبة بمكان بالنسبة للشركات الصغرى منافسة تلك الشركات الضخمة.

يتم تصنيف السحابة البينية إلى صنفين رئيسيين: اتحاد السحابات، والسحابات المتعددة. ويكمن الفرق الرئيسي بينهما في طبيعة الدور المنوط بالمستفيد من الخدمة السحابية. ففي اتحاد السحابات (انظر الشكل رقم (١١-٤) يتم مشاركة الموارد السحابية (خوادم، ووسائط تخزين، وشبكات) بين أكثر من مزود، ويقوم مزود الخدمة بمسؤولية إدارة الربط بين السحابات، ويكون تعامل المستفيد مستمراً مع مزود خدمة وحيد، ودون أن يكون مدركاً لوجود الربط بين أكثر من سحابة. في هذا الصنف من السحابة البينية، يستطيع مزود ما رفع طاقة سحابته الاستيعابية باستئجار موارد سحابية من مزود خدمة آخر حتى يغطي أيَّ قصور قد يطرأ على جودة خدماته السحابية. أما في صنف السحابات المتعددة فيقوم المستفيد بنفسه باستخدام وربط وإدارة عدة خدمات سحابية (يكون مشتركاً فيها) موزَّعة على أكثر من مزود، حيث تكون إدارة التشغيل المشترك بين السحابات تحت مسؤولية المستفيد نفسه، انظر الشكل رقم (١١-٥).

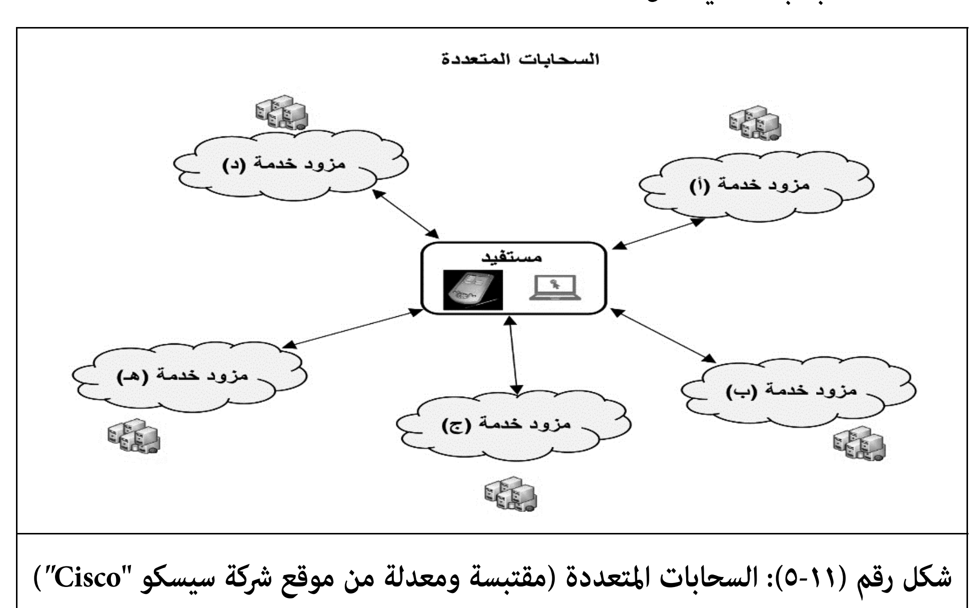
هناك العديد من الفوائد التي تقدِّمها السحابة البينية للمستفيدين، وتعالج بعض الهواجس التي قد تعيق استخدامَ خدمات الحوسبة السحابية، ومن أبرزها:



شكل رقم (١١-٤): اتحاد السحابات (مقتبسة ومعدلة من موقع شركة سيسكو "Cisco")

- معالجة إشكالية محدودية التنقل بين مزودي السحابة، حيث تنخفض مخاطر الاعتماد كلياً على مزود خدمة وحيد، ويصبح متاحاً للمستفيد الانتقال من سحابة إلى أخرى أو من مزود إلى آخر عند الحاجة.
- حل إشكالية العقبات القانونية التي قد تمنع المنظمة المستفيدة من تخزين بياناتها أو تشغيل تطبيقاتها في موقع جغرافي معين، من خلال تنوُّع وتعدُّد المواقع الجغرافية المتاحة لدى المزودين المشتركين في السحابة البينية.

- رفع جودة أداء الخدمات السحابية من خلال رفع مستويات الموثوقية والإتاحة، وتخفيف احتمالية توقف الخدمة. ويتحقق هذا الهدف من خلال توزّع التطبيقات والبيانات ذاتها في أكثر من مركز بيانات في أكثر من موقع جغرافي، فعند توقُّف عمل الخدمة السحابية عن موقع معين يتم تشغيل النسخة المكررة (البديلة) من الخدمة في موقع جغرافي آخر.
- تخفيض استهلاك الكهرباء، من خلال نقل الأعباء المتزايدة من مراكز البيانات المحمَّلة بمهام زائدة إلى مراكز بيانات عاملة (وبالتالي مستهلكة للكهرباء) ولكن بأعباء عملية أقل.



شكل رقم (١١-٥): السحابات المتعددة (مقتبسة ومعدلة من موقع شركة سيسكو "Cisco")

- الحوسبة السحابية المتنقلة:

تشير تقديرات شركة ستاتيستا الإحصائية (Statista) إلى أنَّ العدد المقدَّر لمستخدمي الهواتف المتنقلة حول العالم سيبلغ في عام ٢٠١٩م ما يربو على ٥ مليارات هاتف متنقل، وهو ما يمثِّل ما نسبته تقريباً ٦٣% من سكان العالم. يشكل هذا العدد الهائل دافعاً مهماً لظهور ما يُسمَّى بالحوسبة السحابية المتنقلة التي تمثل اندماجاً تقنياً لموارد الحوسبة السحابية والحوسبة المتنقلة والشبكات اللاسلكية، لإثراء بيئة الحوسبة المتاحة

للمستخدمين المتنقلين، ومشغلي شبكات الاتصالات، ومزودي الخدمات السحابية (Khan et al. 2014; Abolfazli et al., 2014; Fangming et al., 2013). ويكمن الهدف الرئيسي للحوسبة السحابية المتنقلة في تهيئة البيئة المناسبة للتطبيقات المتنقلة التي يتم تشغيلها عن بُعد من خلال الأجهزة المتنقلة (Abolfazli et al., 2013). ومما شجَّع على ظهور هذه التقنية محدودية قدرات الحوسبة المتاحة في الأجهزة المتنقلة، وتحديداً الهواتف المتنقلة الذكية، إذ تتيح الحوسبة السحابية المتنقلة لمستخدميها إمكانية الوصول عن بُعد إلى المنصات والخدمات السحابية بحيث تتم عمليات المعالجة عليها، كما هو الحال للأجهزة الإلكترونية الأخرى. ونتيجةً لذلك، يتم فتح آفاق جديدة للهواتف المتنقلة بحيث لا تقتصر استخداماتها على إجراء المكالمات، واستخدام أعداد محدودة من التطبيقات المتنقلة؛ بل يشمل فسح الطريق لها للوصول لجميع الموارد السحابية المتاحة وكأنها حاسب مكتبي إلا أنها تتميز عنه بخاصية التشغيل من أي موقع وفي أي وقت؛ الأمر الذي يوسِّع شريحة المستفيدين من الخدمات المقدمة من خلال السحابة. ويختلف تشغيل الحوسبة السحابية المتنقلة عن الحوسبة السحابية المعتادة؛ كونها تتطلب ثلاثة مكونات أساسية، هي: الاتصال المتنقل، والتجهيزات المتنقلة، والبرمجيات المتنقلة. أما الاتصال المتنقل فينبغي أن يشتمل على شبكة مخصصة تحتوي على بروتوكولات شبكية معينة تتحكم في الاتصال المتنقل وتديره بهيئة وتركيب معين للبيانات، باستخدام تقنيات موظَّفة لهذا الغرض. أما التجهيزات فتشتمل على الأجهزة المتنقلة بكافة أشكالها، وتتعامل البرمجيات المتنقلة مع خصائص ومتطلبات التطبيقات المتنقلة. وتمثِّل التطبيقات التفاعلية المتنقلة مثالاً واضحاً للحوسبة السحابية المتنقلة، ليس فقط لأن السحابة توفِّر نسبة إتاحة عالية جداً؛ بل لأنَّ الخدمات التي توفرها هذه التطبيقات تعتمد على بيانات ضخمة يتم استضافتها في مراكز بيانات كبيرة على السحابة. ومن أبرز الأمثلة على هذه التطبيقات المتنقلة: تطبيق خرائط قوقل (Google Maps)، وتطبيق التواصل والاتصال هانق أوتس (Hangouts) من قوقل، وتطبيق سناب شات (Snapchat)، وغيرها من التطبيقات المتنقلة الأخرى. ومن الفوائد الواضحة للحوسبة السحابية المتنقلة: رفع الطاقة الاستيعابية للهواتف المتنقلة من خلال تحسين قدرات المعالجة المتاحة لها وكذلك المساحات التخزينية، ورفع مستوى الموثوقية من خلال توفير نسخ احتياطية لبياناتها في عدة مواقع جغرافية حسب طلب المستفيد،

وإطالة العمر الافتراضي لبطاريات الهواتف المتنقلة بسبب نقل معظم عمليات المعالجة منها إلى البيئة السحابية المتنقلة.

وفي سياق الاهتمام بالحوسبة السحابية المتنقلة وتطبيقاتها في المملكة العربية السعودية، يقدِّم برنامج يسّر للتعاملات الإلكترونية الحكومية (أحد برامج وزارة الاتصالات وتقنية المعلومات) مبادرة السحابة الإلكترونية الحكومية كإحدى المبادرات في الخطة التنفيذية الثانية للتعاملات الإلكترونية الحكومية تحت مسار البنية التحتية، الذي يتفرع إلى ثلاثة مسارات فرعية، هي: مسار البنية التحتية كخدمة (IaaS)، ومسار المنصات كخدمة (PaaS)، ومسار التطبيقات الوطنية المشتركة كخدمة (SaaS)، الذي يحتوي على تطبيق التعاملات الإلكترونية الحكومية المتنقلة (معاك)، كأحد تطبيقاته الرئيسية.

- منهجية التطوير (DevOps):

من أهم المميزات التي أتاحتها الحوسبة السحابية تعزيز دور التعاون المشترك عن بُعد، سواء على مستوى المستفيدين أو المطورين أو المزودين. وباستخدام الأدوات والوسائل التي يتيحها نموذج المنصة كخدمة (PaaS)، أمْكَن توظيف آلية تطوير التطبيقات البرمجية بشكل تعاوني بين أعضاء فريق تطوير التطبيقات، الذين ليس من الضرورة أن يتواجدوا في الموقع الجغرافي نفسه، حيث تشجع البيئة التطويرية التي تتيحها المنصة كخدمة (PaaS) على إمكانية أن يعمل أكثر من مطوِّر واحد على تطوير التطبيقات البرمجية بالمشاركة وتبادل الخبرات؛ نظراً لوجود هذه التطبيقات في موقع مشترك يمكن الوصول إليه من قِبَل المطورين ومن أي مكان، باستخدام أي جهاز مُهيَّأ لذلك. ولتعزيز هذا التوجه في تطوير التطبيقات والخدمات السحابية، وتقليل احتمالية احتواء البرمجيات المطورة بشكل فردي على العديد من الأخطاء البرمجية، الأمر الذي قد يزيد من التكلفة المادية لإصلاحها وصيانتها في وقت لاحق؛ ظهر حرَاك برمجي في عام ٢٠٠٩م خلال مؤتمر عُقِد في بلجيكا، هَدَفَ إلى تطوير منهجية جديدة تقوم على أربعة أُسُس، هي: التثقيف، والأتمتة، والقياس، والمشاركة. وتمَّ تسمية هذا الحرَاك "ديف أوبس" (DevOps) إشارةً إلى اللفظين: "التطوير" (Development)، و"العمليات" (Operations). ويُعرِّف كلٌّ من لوكايدز، وساموفيسكي، وكيم (Loukides, 2012; Samovskiy, 2010, Kim, 2012) منهجية التطوير (DevOps) بأنها ممارسة وثقافة

تهدف إلى توحيد تطوير البرمجيات وعملياتها، من خلال تعزيز الأتمتة والقياس والرقابة في كل مراحل تطوير البرمجيات: (البناء، والتكامل، والاختبار، والإطلاق والنشر، والصيانة، وإدارة البنية التحتية التقنية). إضافةً إلى ذلك، تهدف هذه المنهجية أيضاً إلى تقليص دورة حياة تطوير البرمجيات، وزيادة عدد مرات إطلاقها ونشرها، وزيادة موثوقية إصداراتها بما يتماشى مع الأهداف التي يتم تطويرها من أجلها.

ويشير الخبير في منهجية التطوير (DevOps) كريس تازي (Chris Tozzi, 2017) إلى أنَّ تطبيق هذه المنهجية يقلِّل من الفترة الزمنية اللازمة لتطوير واختبار وإطلاق البرمجيات، كما أنه يزيد من كفاءة البرمجيات من خلال: رفع مستوى شفافية البرمجيات، وأتمتتها، وسرعة تحديثها، ومرونتها، وسرعة اكتشاف أخطائها من خلال مشاركة أكثر من مطوِّر في كتابة شفراتها. ونتيجةً لذلك، يشكِّل هذا التوجُّه في تطوير البرمجيات عند تطبيقه منهجيةً تُخفِّف من احتمالية وجود ثغرات أمنية في البرمجيات لارتفاع مستوى الشفافية والإفصاح بالمشاركة أثناء مرحلة التطوير، كما ترفع مستوى جودة البرمجيات (وبالتالي جودة التطبيقات والخدمات السحابية)؛ نظراً للتطبيق الصارم والمراقب لأفضل الممارسات في هندسة البرمجيات.

وعلى الرغم من سلامة وجودة المبادئ التي تقوم عليها منهجية التطوير (DevOps)، إلا أنه لا تزال هناك حاجة لدراسة ومعالجة العديد من التحديات المرتبطة بها، مثل: القصور في وجود الأدوات الجيدة لتطبيق الأتمتة والقياس والرقابة خلال مراحل تطوير البرمجيات، والقصور في أُطُر واضحة للقيام بالتحليلات المستمرة لاحتياجات الأعمال وجودة الخدمات (Elisabetta et al., 2016; Jabbari et al., 2016).

- تحليلات السحابة:

تحليلات السحابة عبارة عن عمليات يتم فيها استخدام مجموعة أدوات تقنية تأتي على هيئة خدمات أو تطبيقات للقيام بمهام التحليل والتصنيف باستخدام موارد الحوسبة السحابية، لغرض استخراج المعلومات المفيدة من بيانات ضخمة مخزنة في موقع جغرافي واحد أو موزعة على عدة مواقع جغرافية، ومن ثَمَّ عرض المخرجات (المعلومات) بشكل منظَّم أو على هيئة جداول أو رسومات تساعد المستفيد على اتخاذ القرار. مع النمو المتزايد في استخدام تقنيات الإنترنت ووسائل التواصل الاجتماعي، أصبحت أدوات التحليل جاذبة في العديد من المجالات؛ كالتسويق والعلوم الاجتماعية

والاقتصادية والصناعية ونُظُم المعلومات؛ لأسباب متعددة، من بينها: استكشاف الأنماط الناشئة في الوقت الآني (Alhayyan et al., 2017)، والتنبؤ بأداء الأسواق المالية (Bollen et al., 2011; Mittal et al., 2012)، واكتشاف التهديدات الأمنية قبل وقوعها (Fire et al., 2014)، وبناء الأنظمة المُوصِية بناءً على المحتوى (Chen et al., 2010)، وتحسين اتخاذ القرار وذكاء الأعمال (Farzindar 2012)، وتحليل المشاعر والمواقف الإنسانية تجاه منتج أو حدث معين (Azzouza et al., 2017; Maynard et al., 2017; Atefeh et al., 2013; Quanzeng, 2016; Le et al., 2015).

ومما دفع بظهور تحليلات السحابة، وبشكل لافت في السنوات الأخيرة، وجود كم هائل من البيانات الضخمة والموزعة على السحابات العامة والخاصة ومنصات التواصل الاجتماعية. فعلى سبيل المثال، يستطيع مستخدمو وسائل التواصل الاجتماعية كتابة المدونات والتعليقات وإرسال الرسائل ونشر آرائهم في منصات مجهزة لهذا الغرض، وبشكل لحظي. أدَّت هذه الظاهرة إلى تدفُّق كم هائل من البيانات التي في الغالب تحتوي على معلومات مفيدة، كنشر انطباعات العملاء عن جودة منتج معين. وتشير التقديرات إلى أنه يتم نشر ما يقارب ٢,٦ مليون مدونة يومياً (وورد بريس "WordPress"، نوفمبر ٢٠١٧م)، كما يتم نشر ما يقارب ٦٠٠ مليون تغريدة يومياً على منصة تويتر فقط (شركة تويتر، ٢٠١٧م). ولقد حفَّز وجود هذا الكم الهائل من البيانات ذوي المصلحة من كافة المجالات على الرغبة في استخراج معلومات مفيدة قد تساعدهم في اتخاذ قرارات مهمة.

هناك العديد من الخدمات السحابية الجاهزة التي تقوم بتحليلات السحابة، حيث توفِّر أمازون خدمة تحليلات سحابية تُسمَّى (Amazon EMR). وتُعنَى هذه الخدمة بجعل معالجة البيانات الضخمة أكثر سهولةً وانسيابية وكفاءةً، حيث تتم عملية المعالجة باستخدام أداة هادوب (Hadoop) بالاشتراك مع أدوات أخرى خاصة بخدمة أمازون (AWS)، وذلك للقيام بمهام ضخمة؛ كفهرسة محتوى الويب، واستكشاف وتنقيب البيانات، وتحليل ملفات التسجيل، والمحاكاة العلمية، وتعلُّم الآلة. كما تتيح قوقل خدمتين مشابهتين، هما (Google MapReduce Service)، و (Google BigQuery). وتتيح مايكروسوفت كذلك خدمة مشابهة (Windows Azure HDInsight) للقيام بتحليلات السحابة.

وحيث إنَّ مهام التدوين والتسجيل (logging) والمراقبة (monitoring) والتدقيق (auditing) من المهام الرئيسية اللازمة لضبط أمن السحابة وخدماتها وبياناتها، فإنَّ توظيف أدوات تحليلات السحابة لتحليل ملفات التدوين والتسجيل يُسهِم بلا شك في ضبط عملية التدقيق والمراقبة، ورفع مستوى الأمن السحابي لإمكانية اكتشاف العمليات المشبوهة والخارجة عن المألوف، والإبلاغ عنها بشكل آلي وسريع.

- السحابة الخضراء:

تُعرَف السحابة الخضراء بأنها عبارة عن دراسة وممارسة للأنشطة السحابية بكافة أشكالها، بفعالية وكفاءة عالية، وبأقل قدْر ممكن من التأثير على البيئة (Pandya, 2014). وتشمل هذه الأنشطة:

- الاستخدام الأخضر، ويشير إلى تخفيض استهلاك الحاسبات وجميع الأجهزة الإلكترونية المرتبطة بها للطاقة، من خلال تطبيق منهجيات تكون صديقة للبيئة.
- إعادة الاستخدام والإتلاف الأخضر وإعادة التدوير، وتشير إلى إعادة استخدام التجهيزات المادية غير المرغوب فيها ما أمكن، أو إتلافها بشكل لا يضر بالبيئة، أو إعادة تدويرها لاستخدامها لأغراض أخرى.
- التصميم الأخضر، ويشير إلى تصميم التجهيزات المادية كالحاسبات والخوادم والطابعات وأجهزة العرض والأجهزة الرقمية الأخرى، والبرمجيات كالأنظمة والتطبيقات والبرامج، بأسلوب ومنهجية يوفران استهلاك الطاقة.
- التصنيع الأخضر، ويشير إلى تقليل حجم النفايات خلال مراحل تصنيع التجهيزات المادية لتخفيض الأثر البيئي الناجم عنها.

تهدف ممارسة الحوسبة السحابية الخضراء إلى تخفيض استهلاك المواد الخطرة، ورفع كفاءة الطاقة خلال دورة حياة المورد السحابي (تجهيزات مادية أو برمجيات)، وتشجيع إعادة التدوير للموارد السحابية القديمة ومخلفات التصنيع ما أمكن. ويمكن تحقيق مبدأ الحوسبة السحابية الخضراء من خلال توزيع استخدام العمر الافتراضي للموارد السحابية بشكل فعَّال، وتطبيق مبدأ التقنية الافتراضية، وإدارة استهلاك الطاقة. وتشكِّل إدارة استهلاك الطاقة في السحابة المعضلة الأصعب؛ ويعود السبب في ذلك إلى السعي الدائم لمزودي الخدمات لتشغيل الموارد السحابية بطاقتها القصوى تحقيقاً

لجودة أدائها، وبالتالي تحقيق رضا المستفيد، دون مراعاة لجانب استهلاك الطاقة. وعلى الرغم من ذلك، يرى دُعَاة الحوسبة السحابية أنَّ انتقال المستفيدين من التشغيل على مراكز بياناتهم الخاصة (والتي يتراوح استغلال طاقاتها بين ١٠% إلى ٢٠%) إلى مراكز بيانات السحابة يُحقِّق مبدأ مشاركة الموارد الحاسوبية من عدة مستفيدين والكفاءة في استهلاك الطاقة. ويشكِّل الجدال في المفاضلة والمقارنة بين استهلاك الطاقة في كلٍّ من مراكز البيانات الخاصة وفي السحابة فجوةً وفرصةً بحثية لا يزال العديد من الباحثين يسعى إلى دراستها (Kumar et al. 2017; Ficco et al., 2015).

وفي سياق ترشيد استهلاك الطاقة، ينبغي لمزودي الخدمات السحابية تبنّي قياسات موثوقة تضمن ألا تتأثر هوامش الربح لأنشطتهم التجارية بسبب ارتفاع تكاليف استهلاك الطاقة، خصوصاً مع التوجُّه العام للدول حول العالم إلى ترشيد استهلاك الطاقة تماشياً مع معايير السلامة وأفضل الممارسات والاتفاقيات الدولية (اتفاقية باريس للمناخ، والتي بدأ تطبيق مبادئها في ٢٢ إبريل ٢٠١٦م). كما ينبغي لمزودي الخدمات السحابية عدم قَصْر تحسين إدارة موارد مراكز البيانات لغرض جودة أداء الخدمات فقط، بل من الضرورة أن يتم مراعاة ترشيد كفاءة استهلاك الطاقة أيضاً، والمحافظة على مستوى جودة جيد للخدمات والموارد السحابية.

- الذكاء الاصطناعي (AI):

هناك العديد من التحديات والصعوبات التي تواجه إدارة وأداء مهام الحوسبة السحابية ومواردها بشكل فعَّال. فعلى سبيل المثال، تتطلب إدارة موارد السحابة القيام بمهام جدولة استخدام الموارد، وكيفية إتاحتها للمستفيد بشكل آني وذاتي، ورفع مستوى الأمن في السحابة، وتوحيد ودمج الطاقة الاستيعابية للموارد السحابية، ونقل الموارد أثناء تشغيلها من موقع إلى آخر دون التأثير على جودة الأداء، والتوجُّه إلى الأتمتة الكاملة لجميع المهام السحابية. في مجال علوم الحاسب الآلي، تُسمَّى هذه المهام بالمشاكل الصعبة وغير الحتمية (Nondeterministic polynomial time hard, or NP-hard). ويتصف هذا النوع من المشاكل بعدم إمكانية إيجاد حلول مباشرة وحتمية لها، إنما يتم استخدام أساليب تقريبية لحلها. من هنا يأتي توظيف خوارزميات الذكاء الاصطناعي لتقديم أفضل الحلول للمشاكل المرتبطة بالحوسبة السحابية. ويتم تعريف الذكاء الاصطناعي بأنه محاكاة للوظائف الإدراكية التي يقوم بها الدماغ البشري، مثل:

التعلُّم، وحل المشكلات. ويتم محاكاة هذه الوظائف الإدراكية من خلال استخدام وتطوير خوارزميات برمجية ذكية تقدِّم أفضل الحلول الممكنة للمشاكل التي يُوجَّه الذكاء الاصطناعي إلى حلها. ومن الأمثلة على تطبيقات الذكاء الاصطناعي: جدولة المهام الآلية، وإنترنت الأشياء (IoT)، وتحليق وتوجيه الطائرات بدون طيار، ومعالجة اللغة المُتحدَّثة الطبيعية (NLP)، وألعاب الفيديو، والتشخيص الطبي الآلي، والتعلُّم الآلي، والتعرُّف على الكلام، والتصنيف، وغيرها من التطبيقات الأخرى.

ويتم استخدام العديد من الخوارزميات لتطبيق الذكاء الاصطناعي، مثل: الخوارزمية الجينية (Genetic Algorithm)، وخوارزمية الشبكة العصبية (Neural Network)، وخوارزميات البحث (Search Algorithms). وحيث إنَّ استخدام الذكاء الاصطناعي لحل المشاكل المعقدة يتطلب توفُّر أحجام كبيرة وسرعات هائلة من الموارد الحاسوبية، فإنَّ بيئة الحوسبة السحابية تتيح هذه البيئة المناسبة لتشغيل تطبيقات الذكاء الاصطناعي. ومؤخراً، أعلنت شركة بوكس للتخزين السحابي (www.box.com) إضافة تقنية تقوم على توظيف خوارزمية البحث للذكاء الاصطناعي - وتُسمَّى "رؤية الحاسب" - إلى منصة أعمالها. وتتيح هذه التقنية للمستخدمين إمكانية البحث في ملفات الصور والوثائق عن المكونات المرئية بدلاً من البحث باسم الملف أو الخصائص. ويأتي تقديم هذا الحل السحابي محاكاةً لتمييز الألوان وأجزاء الصور الذي يقوم به العقل البشري، وتلبيةً لاحتياجات المستفيدين.

وعلى الرغم من أنَّ مجال توظيف قدرات الذكاء الاصطناعي في الحوسبة السحابية لا يزال في مراحله الأولى، إلا أنَّ هناك العديد من الفرص العملية والبحثية لمزيد من الإبداع والابتكار لتقديم حلول للتحديات السحابية. وقد أنشأت كلٌّ من مايكروسوفت وقوقل وحدتين إداريتين متخصصتين في الذكاء الاصطناعي لرفع مستوى أداء الخدمات السحابية التي تقدمانها (Ben Dickson, 2017).

- السحابة الهجينة والمنصة كخدمة (PaaS):

يمكن استقراء التوجهات المستقبلية للحوسبة السحابية بالاطلاع على البحوث العلمية ذات العلاقة (مثل، Sultan et al., 2012; Chohan, 2012)، والتقارير المتخصصة في تقنية المعلومات والصادرة من مؤسسة فورستر، وشركة قارتنر الاستشارية، ومجموعة الأبحاث التضامنية، ومؤسسة آي دي سـي للأبحاث، وإنتل سكيوريتي،

وجـي بي مورقان. حيث تشير هذه التوجهات إلى تبنّي السحابة الهجينة كمرحلة أولى للدخول إلى عالم الحوسبة السحابية (شركة قارتنر الاستشارية، يونيو ٢٠١٦م)، خصوصاً لدى المنظمات التي تمتلك مراكز بيانات خاصة؛ كون السحابة الهجينة تتيح للمنظمات الاحتفاظ بأصولها الحساسة (كالبيانات) داخل حدود سحابتها الخاصة، وفي الوقت نفسه يتم تعزيز القدرات التقنية لها باستخدام القدرات التقنية المتاحة في السحابة العامة من خلال قنوات اتصال مشفرة بين السحابتين (انظر الفصل الرابع، الشكل رقم (٤-٦))؛ الأمر الذي يُعزِّز أمن السحابة ومواردها.

هذا التوجُّه من نماذج نشر وإطلاق الحوسبة السحابية يهدف بشكل رئيسي إلى المحافظة على مميزات السحابة الخاصة مع استغلال القدرات التقنية الهائلة التي توفرها السحابة العامة. في هذا السياق، يؤكد مارك جيويت (Mark Jewett, 2017)، مدير تسويق المنتجات في مايكروسوفت أزور، أن "المستقبل هو السحابة الهجينة"؛ كونها تنهي مناقشة عبارة "إما السحابة أو لا شيء"، كما أنها تفجِّر القدرات التقنية لمراكز البيانات الخاصة و"المغلقة" عن العالم الخارجي بفتح أبواب الإبداع والابتكار، كاستغلال خدمات الذكاء الاصطناعي وإنترنت الأشياء الموجودة في عالم السحابة. ويضيف جيويت أنَّ مايكروسوفت أزور ابتكرت وتبنّت أساليب حديثة متعددة لتلبية احتياجات عملاء السحابة الهجينة بغرض تطوير ونشر التطبيقات على منصة (PaaS)، ومن هذه المنهجيات استخدام تقنيات (containers, microservices, and serverless).

أما من ناحية نماذج خدمات الحوسبة السحابية، فيمكن استقراء وجود توجُّه لنمو كبير في استخدام خدمات المنصة كخدمة (PaaS)، مقارنةً بخدمات البنية التحتية كخدمة (IaaS) والبرمجيات كخدمة (SaaS)، بنحو ٥٥% ارتفاعاً من ١١% في عام ٢٠١٥م إلى ١٧% في عام ٢٠٢٠م، انظر الشكل رقم (١١-٢). ومع ذلك، من المتوقع أن تستمر خدمات البرمجيات كخدمة (SaaS) في الظفر بالنصيب الأكبر من سوق خدمات السحابة بنحو ٥٤%. وفي هذا المسار نفسه، يرى كيفيس (Kavis, 2014) أنَّ المنصة كخدمة (PaaS) ستكون لاعباً مهماً في ازدهار ونمو الحوسبة السحابية بسبب الحاجة الملحة والمتزايدة إلى التطبيقات المتنقلة والبيانات الضخمة. فعلى الرغم من وجود أعداد هائلة من الهواتف الذكية إلا أنَّ بناء وتطوير التطبيقات المتنقلة لا يزال يشكِّل تحدياً كبيراً، حيث تدفع المنظمات المستفيدة مقابلاً مالياً لبناء نفس التطبيق بعدة

إصدارات (إصدار لنظام التشغيل iOS، وإصدار لنظام التشغيل Android، وإصدارات أخرى لأنظمة تشغيل أخرى). وبوجود منصة متنقلة مطوَّرة (PaaS)، يُتاح للمطورين والمصممين إمكانية تطوير إصدار واحد يمكن إطلاقه ونشره على عدة أنظمة تشغيلية وبمختلف أنواع الأجهزة الذكية المتنقلة. وينطبق الحال على البيانات الضخمة، حيث إنَّ تدفق البيانات بكميات كبيرة عبر شبكة الإنترنت يتطلب وجود تطبيقات ذكية وذات جودة عالية للقيام بتحليلات متنوعة بشكل سريع وآنيّ لا تتيحه إلا القدرات الحاسوبية الموجودة في الحوسبة السحابية.

٣/١١ الفرص البحثية والعملية في الحوسبة السحابية:

في هذا الجزء من الفصل، يتم استعراض أهم الفرص البحثية والعملية في مجال الحوسبة السحابية. فعلى المستوى البحثي، تشير نتائج المراجعة العلمية المُمنهجة لأدبيات الحوسبة السحابية، والتي قام بها مؤلف الكتاب، إلى وجود أربعة محاور رئيسية تتضمن فرصاً وفجواتٍ بحثيةً في مجال الحوسبة السحابية، وهذه المحاور هي: فوائد ومخاطر وخدمات الحوسبة السحابية، وتبنّي الحوسبة السحابية والانتقال من البيئة التقنية التقليدية إلى السحابة، ومخرجات وآثار الحوسبة السحابية، والوضع الراهن للحوسبة السحابية. أما على المستوى العملي فيتم التطرُّق إلى وصف التوجهات التقنية الحديثة ونماذج الأعمال الجديدة التي تتيحها الحوسبة السحابية، وإمكانية توظيفها في قطاعات متعددة؛ كالقطاع الحكومي، والقطاع الصحي، وقطاع الاتصالات، وقطاع التربية والتعليم، وقطاع الطاقة، وقطاع النقل، وقطاع الصناعة، وقطاع تقنية المعلومات.

١/٣/١١ الفرص البحثية في الحوسبة السحابية:

مع التأثير المهم للحوسبة السحابية، والإقبال المتزايد على استخدامها في عالم أعمال اليوم، لا تزال هذه التقنية تقدِّم العديد من الفرص والموضوعات المشجِّعة لإجراء البحوث العلمية عليها؛ لذا فإنَّ هذا الجزء من الكتاب يستعرض نتائجَ جهود المراجعة العلمية المُمنهجة لمؤلف الكتاب، والتي غطت بدايةً ١٧٢ مرجعاً (ما بين مقالات علمية محكَّمة ومنشورة في مجلات علمية ومؤتمرات عالمية، وكتب متخصصة وتقارير دولية وعملية للممارسين). وبعد استبعاد تقارير الممارسين (وعددها ١٥)، واستبعاد عدد (١٨) كتابًا من أصل عدد (١٩)، وكذلك استبعاد عدد (٣٢) مقالة علمية لعدم مناسبتها لأهداف المراجعة العلمية (بسبب عمومية موضوع المقالة أو عدم اكتمال البحث)، بقي عدد (١٠٧) مراجع علمية مناسبة

شملت (١٠٦) مقالات علمية وكتاباً واحداً، انظر الجدول رقم (١١-١). وقد تركَّزت أهداف المراجعة العلمية على:

- o تحديد الفجوات البحثية في الحوسبة السحابية.
- o تحديد النتائج العامة للمقالات العلمية التي تمت مراجعتها.
- o تحديد سياقات التطبيق.
- o تحديد العوامل المُمكِّنة والمُعيقَة.

وطبقاً لإرشادات كيتشنهام وزملائه، وكذلك ديبا (Kitchenham et al., 2007; Dyba, 2007)، فقد تمَّ اختيار المصادر الإلكترونية التالية للبحث عن المقالات العلمية المستهدفة في المراجعة:

- o قاعدة بيانات (ABI/INFORM).
- o محرك البحث قوقل سكولار (Google Scholar).
- o المكتبة الرقمية (IEEE Xplore).
- o المكتبة الرقمية (ACM).

وبناءً على الأهداف المحددة للبحث، فقد تمَّ اختيار خمس من الكلمات المفتاحية باللغة الإنجليزية كمحددات للبحث في المصادر الإلكترونية المذكورة أعلاه. وهذه الكلمات هي: الحوسبة السحابية (Cloud Computing)، وتبنّي السحابة (Cloud Adoption)، وفوائد ومخاطر السحابة (Cloud Benefits and Risks)، والخدمات السحابية (Cloud Services)، وآثار السحابة (Cloud Impacts).

وترسيخاً لمبادئ المراجعة العلمية المُنهجَة، فقد تمَّ القيام بمجموعة خطوات لدراسة كل مقالة على حِدَة قبل أن تتم عملية اختيار المقالة العلمية أو استبعادها من المراجعة العلمية، وهذه الخطوات هي:

١- قراءة ملخص المقالة العلمية (Abstract).

٢- قراءة خاتمة المقالة العلمية (Conclusion).

٣- قراءة الجزء الخاص بالنظرة المستقبلية (Future Works) لموضوع المقالة العلمية إن وُجِد؛ لتحديد الفجوات البحثية القائمة التي أشار إليها مؤلف (أو مؤلفو) المقالة العلمية.

٤- تصنيف المقالة العلمية بناءً على الموضوع/ أو المشكلة المبحوثة.

٥- تجميع التصنيفات الفرعية في تصنيفات رئيسية (تكون أعمّ وأشمل)، بناءً على ملاءمة أو مناسبة الربط بين التصنيف الفرعي والرئيسي.

جدول رقم (١١-١): تصنيف المجالات البحثية حسب نتائج المراجعة العلمية في الحوسبة السحابية

م	المجال البحثي الرئيسي في الحوسبة السحابية	مؤلفو الدراسات البحثية	عدد الدراسات البحثية
١	فوائد ومخاطر وخدمات الحوسبة السحابية	Kire Jakimoski (2016), Khan et al. (2014), Abolfazli et al. (2014), Fangming et al. (2013), Todoran et al. (2012), Hosseini et al. (2010), Blumehnthal (2011), Aljabre (2012), Morar et al. (2011), Russell et al. (2010), Wang (2010), Katzan (2010), Rose (2011), Bisong and Rahman (2011), Durowoju et al. (2011), Marston et al. (2011), Berman et al. (2012), Zhu et al. (2011), Peng et al. (2011), Palacios et al. (2011), Villegas et al. (2011), Banerjee et al. (2012), Chung et al. (2012), Muttik et al. (2009), Hawthorn (2012), Scott (2010), Teneyuca (2011), Subashini et al. (2011), Lang et al. (2011), Arshad et al. (2013), Liu et al. (2011), Dorey et al. (2011), Ben Arfa et al (2012), King et al. (2012), Rodero-Merino (2012), Pietro et al. (2012), Shini et al. (2012), Loukides (2012), Samovskiy (2010), Kim (2012), Chris Tozzi, (2017), Elisabetta et al. (2016), Jabbari et al., (2016).	٤٣

م	المجال البحثي الرئيسي في الحوسبة السحابية	مؤلفو الدراسات البحثية	عدد الدراسات البحثية
٢	تبنّي الحوسبة السحابية والانتقال من البيئة التقنية التقليدية إلى السحابة	Ogunyemi et al. (2017), Babaioff et. al. (2017), Kash et al. (2017), Issy Ben-Shaul (2017), Brian Butt (2015), Kansal et al. (2014), Kavis (2014), Ma et al. (2012), Writer (2013), Li et al. (2013), Heinle and Strebel (2010), Low et al. (2011), Yang and Hsu (2011), Barnes (2010), Truong and Dustdar (2010), Klems et al. (2009), Vaezi (2012), Park et al. (2012), Misra (2011), Da Costa et al. (2012), Ghosh et al. (2012), Goth (2011), Sultan et al. (2012), Lucas et al. (2009), John Kotter (1996), Lichtenstein et al. (2005), Trienekens et al. (2004), Murthy et al. (2012), Du (2012), Lombardi et al. (2011), Arora et al. (2017).	٣١
٣	آثار ومخرجات الحوسبة السحابية	Pandya (2014), Etro (2011), Truong (2010), Sharif (2011), Bajenaru (2010), Shen (2011), Han (2011), Plummer et al. (2009), Vaccaro et al., (2004).	٩
٤	الوضع الراهن للحوسبة السحابية	Alhayyan et al. (2017), Bollen et al. (2011), Mittal et al. (2012), Fire et al. (2014), Chen et al. (2010), Farzindar (2012), Azzouza et al. (2017), Maynard et al. (2017), Atefeh et al. (2013), Quanzeng (2016), Le et al. (2015), Sultan et al. (2012), Chohan (2012), Kavis (2014), Kumar et al. (2017), Ficco et al. (2015), Ben Dickson (2017), Marston et al. (2011), Zhang et al. (2011), Hosseini et al. (2010), Wang et al. (2011), Limbasan (2011), Armbrust et al. (2009), Hoberg et al. (2012).	٢٤
مجموع الدراسات البحثية "الفعلية" التي شملتها المراجعة العلمية			١٠٧

وقد نتج عن المراجعة العلمية المُمنهجَة ظهور أربعة تصنيفات رئيسية ترصد المجالات البحثية في الحوسبة السحابية، وهي على النحو التالي:

- فوائد ومخاطر وخدمات الحوسبة السحابية.
- تبنّي الحوسبة السحابية والانتقال من البيئة التقنية التقليدية إلى السحابة.
- مخرجات وآثار الحوسبة السحابية.
- الوضع الراهن للحوسبة السحابية.

نستعرض فيما يلي تلخيصاً لنتائج المراجعة العلمية حسب تصنيفات المجالات البحثية الرئيسية التي تمَّ التوصل إليها، وعددها أربعة:

- الدراسات البحثية في مجال فوائد ومخاطر وخدمات الحوسبة السحابية:

شمِل هذا التصنيف الرئيسي عدد (٤٣) دراسة بحثية. وبناءً على الموضوعات المبحوثة في هذه الدراسات تمَّ تصنيفها أيضاً إلى أربعة تقسيمات فرعية، تضمنت:

- الدراسات البحثية في مجال فوائد الحوسبة السحابية، وعددها (٧) دراسات. وتضمنت أبرز الفوائد: تخفيض التكاليف، والقابلية للتوسُّع والانكماش، وكفاءة السحابة، وتشجيع الابتكار، وإمكانية رفع مستوى الإتاحة والمشاركة، وتعدُّد موارد البنية التحتية التقنية (IaaS). ويوضح الجدول رقم (١١-٢) نتائج المراجعة العلمية للدراسات البحثية في مجال فوائد الحوسبة السحابية.

جدول رقم (١١-٢): نتائج المراجعة العلمية للدراسات البحثية في مجال فوائد الحوسبة السحابية

م	الدراسة البحثية	الفائدة	نتائج البحث	سياق البحث
١	Hosseini et al. (2010)	تخفيض التكاليف، والقابلية للتوسُّع والانكماش.	الانتقال إلى السحابة يحقق خفضاً في التكاليف المالية للمنظمة، خصوصاً تكاليف الدعم والصيانة.	مقارنة تكاليف تقنية المعلومات التقليدية والسحابية في قطاع الزيت والغاز.
٢	Aljabre (2012)	تكاليف البرمجيات والبنية التحتية التقنية.	- الانتقال إلى السحابة يخفِّض تكاليف البرمجيات والبنية التحتية التقنية، خصوصاً للمنظمات الجديدة والصغيرة. - بشكل عام، فوائد الحوسبة السحابية تفوق مخاطرها.	الأنظمة الموزعة جغرافياً.
٣	Durowoju et al. (2011)	أمن السحابة والقابلية للتوسُّع والانكماش.	مجموعة توصيات لتقييم أمن السحابة والقابلية للتوسُّع والانكماش في الخدمات السحابية.	وظائف الأعمال المُمكَّنة بالسحابة.
٤	Morar et al. (2011)	كفاءة السحابة.	يمكن رفع مستوى مرونة التطبيقات ورفع سرعتها في السحابة باستخدام خاصية توازي تنفيذ التطبيقات.	تتبُّع مسار العمل للتطبيقات الخاصة باسترجاع البيانات في منصة (eBay).
٥	Berman et al. (2012)	تشجيع الابتكار.	- الحوسبة السحابية تضمُّ فوائد كثيرة للمستفيد؛ كالمرونة، والإتاحة، والمشاركة. - مجموعة إرشادات تشجِّع توظيف قدرات السحابة لرفع مستوى الابتكار في الأعمال.	نماذج وإجراءات الأعمال.
٦	Bisong and Rahman (2011), Marston et al. (2011)	رفع مستوى أمن السحابة.	- مجموعة توصيات لرفع مستوى أمن السحابة. - ضرورة عمل تقييم لأمن السحابة وتحليلها، والتخطيط للاستفادة من الخدمات السحابية.	خدمات الحوسبة السحابية.

- الدراسات البحثية في مجال مخاطر الحوسبة السحابية، وعددها (٥) دراسات. وتضمنت أبرز المخاطر: انخفاض مستوى الإتاحة، وانخفاض مستوى الأمن، وانخفاض مستوى الموثوقية، وقِلَّة الإجراءات التشريعية، وتذبذب مستوى الخدمة السحابية، وفقدان الخصوصية، وخصوصية البيانات. ويوضح الجدول رقم (١١-٣) نتائج المراجعة العلمية للدراسات البحثية في مجال مخاطر الحوسبة السحابية.

جدول رقم (١١-٣): نتائج المراجعة العلمية للدراسات البحثية في مجال مخاطر الحوسبة السحابية

م	الدراسة البحثية	المخاطرة	نتائج البحث	سياق البحث
١	Blumehnthal (2011)	- انخفاض مستوى أمن السحابة. - انخفاض مستوى الإتاحة. - انخفاض مستوى الموثوقية. - قِلَّة الإجراءات التشريعية.	هناك ضرورة لدراسة مخاطر وفوائد الحوسبة السحابية قبل تبنّيها.	مناقشة فوائد ومخاطر الحوسبة السحابية.
٢	Russell et al. (2010)	تذبذب مستوى الخدمة السحابية.	تسبب التذبذبات الصغيرة لإتاحة التطبيقات السحابية نتائج سلبية لمخرجات أنظمة دعم القرار (DSS).	نُظم دعم القرار(DSS)
٣	Wang (2010)	فقدان الخصوصية.	هناك حاجة لتطوير نماذج تحافظ على الخصوصية في قواعد بيانات السحابية.	قواعد بيانات السحابية.

م	الدراسة البحثية	المخاطرة	نتائج البحث	سياق البحث
٤	Katzan (2010)	خصوصية السحابة.	يجب أن يتم تقييم الخصوصية على السحابة قبل الانتقال إليها، ومراعاة الإجراءات والتشريعات.	الخدمات السحابية.
٥	Rose (2011)	أمن وخصوصية البيانات.	السحابة العامة تفرض مشاركة المصير مع الآخرين فيما يخصُّ البيانات.	البيانات على السحابة العامة.

- الدراسات البحثية في مجال خدمات الحوسبة السحابية، وعددها (١٧) دراسة، وتضمنت أبرز النقاط في هذا التقسيم الفرعي: خدمات الحوسبة المتنقلة، وخدمات أمن وحماية البيانات، وخدمات التدقيق، واتحاد السحابات، ومنهجية التطوير (DevOps)، وتنوُّع الخدمات السحابية وتعقّد متطلبات المستفيد، وتقنية (SOA) والربط الديناميكي، وكيفية بناء خدمة تخزين سحابية مفتوحة المصدر، والتحقيق القضائي الرقمي لخدمات التخزين السحابي، وتوظيف الخدمات السحابية ثلاثية الطبقات في الحوسبة السحابية. ويوضِّح الجدول رقم (١١-٤) نتائج المراجعة العلمية للدراسات البحثية في مجال خدمات الحوسبة السحابية.

جدول رقم (١١-٤): نتائج المراجعة العلمية للدراسات البحثية في مجال خدمات الحوسبة السحابية

م	الدراسة البحثية	الموضوع	الفجوة البحثية
١	Khan et al. (2014), Abolfazli et al. (2013), Fangming et al. (2013)	الحوسبة المتنقلة.	تهيئة البيئة المناسبة للتطبيقات المتنقلة التي يتم تشغيلها عن بُعد من خلال الأجهزة المتنقلة.

م	الدراسة البحثية	الموضوع	الفجوة البحثية
٢	Kire Jakimoski (2016)	خدمات أمن وحماية البيانات.	تحسين منهجيات أمن وحماية البيانات من خلال توظيف المبادئ: المصادقة، والسرية، والخصوصية، والصلاحيات.
٣	Todoran et al. (2012)	تنوُّع الخدمات السحابية، وتعقيد متطلبات المستفيد.	- آلية انتقاء الأفضل من الخدمات السحابية المتاحة. - مواءمة بنود اتفاقية مستوى الخدمة (SLA) مع متطلبات واحتياجات المستفيد.
٤	Zhu et al. (2011)	الاستعانة بخدمات التدقيق لضمان سلامة البيانات السحابية.	إثبات حيازة البيانات.
٥	Peng et al. (2011)	بناء خدمة تخزين سحابي.	كيفية بناء خدمة تخزين سحابي مفتوحة المصدر.
٦	Palacios et al. (2011)	تقنية (SOA) والربط الديناميكي.	كيفية إجراء اختبار تقنية (SOA) مع الربط الديناميكي.
٧	Villegas et al. (2011)	اتحاد السحابات.	استخدام اتحاد السحابات في نموذج خدمة متعددة الطبقات.
٨	Banerjee et al. (2012)	توظيف الخدمات السحابية ثلاثية الطبقات في الحوسبة السحابية.	كيفية استخدام الخوادم الافتراضية (VMs) لتقديم حلول للخدمات ثلاثية الأبعاد.
٩	Chung et al. (2012)	التحقيق القضائي الرقمي لخدمات التخزين السحابي.	كيفية تحليل البيانات من وسائط التخزين السحابي.

م	الدراسة البحثية	الموضوع	الفجوة البحثية
١٠	Loukides (2012), Samovskiy (2010), Kim (2012), Chris Tozzi (2017) Elisabetta et al. (2016), Jabbari et al. (2016)	منهجية التطوير (DevOps).	"ديف أوبس" (DevOps)، هي منهجية حديثة تُستخدَم أثناء تطوير البرمجيات، وتقوم على أربعة أُسُس، هي: التثقيف، والأتمتة، والقياس، والمشاركة. على الرغم من سلامة وجودة المبادئ التي تقوم عليها منهجية التطوير (DevOps) إلا أنه لا تزال هناك حاجة لدراسة ومعالجة العديد من التحديات المرتبطة بها، مثل: القصور في وجود الأدوات الجيدة لتطبيق الأتمتة والقياس والرقابة خلال مراحل تطوير البرمجيات، والقصور في أُطُر واضحة للقيام بالتحليلات المستمرة لاحتياجات الأعمال وجودة الخدمات.

- الدراسات البحثية في مجال أمن الحوسبة السحابية، وعددها (١٤) دراسة. على الرغم من ظهور موضوع أمن السحابة عرضياً في التقسيمات الفرعية أعلاه، إلا أنَّ أهمية الموضوع وكثرة الإنتاج البحثي فيه حتمت تفريعه في قسم مستقل. وتضمنت أبرز الموضوعات المناقشة في هذا التقسيم الفرعي: تقنيات أمن السحابة، وضبط الأمن على السحابة، ودراسة المشاكل الأمنية على السحابة، وتحليل ضوابط الأمن على السحابة، وحماية خصوصية البيانات، وتحليل مخاطر التطفل والاختراقات الجديدة على السحابة، والأمن السيبراني، وتعافي السحابة من الأعطال. ويوضِّح الجدول رقم (١١-٥) نتائج المراجعة العلمية للدراسات البحثية في مجال أمن السحابة.

جدول رقم (١١-٥): نتائج المراجعة العلمية للدراسات البحثية في مجال أمن السحابة

م	الدراسة البحثية	الموضوع	الفجوة البحثية
١	Muttik et al. (2009)	تقنيات أمن السحابة.	مسح البرمجيات الخبيثة في السحابة.
٢	Hawthorn (2012)	ضبط الأمن على السحابة.	تقييم استخدام السحابة المجتمعية، واقتراح خدمات سحابية للمراقبة والمتابعة.
٣	Scott (2010)	هل السحابة آمنة للمنظمات الصغيرة والمتوسطة (SMBs)؟	إدارة وضبط أمن أعمال المنظمات الصغيرة والمتوسطة، وعمل تقييم علمي وعملي لها.
٤	Teneyuca (2011)	أمن سحابة الإنترنت.	إيجاد آليات لمنع أو تخفيف أثر التهديدات الأمنية على السحابة.
٥	Subashini et al. (2011)	دراسة مسحية لمشاكل أمن السحابة.	تشير نتائج البحث إلى وجود احتمالية لتسرُّب البيانات، والتوصية بضبط الأمن باستخدام منهجيات أمنية موثوقة.
٦	Lang et al. (2011)	تحليل ضوابط أمن السحابة.	أتمتة الإجراءات الأمنية للتحقق من تطبيق السياسات الأمنية.
٧	Arshad et al. (2013)	تحليل مخاطر التطفل والاختراقات الجديدة على السحابة.	الحاجة لنموذج يساعد على دراسة وفهم مخاطر التطفل والاختراقات الجديدة على السحابة.
٨	Liu et al. (2011)	تسريع وتأمين جدولة التطبيقات العلمية في الحوسبة السحابية.	إيجاد منهجيات لتبادل المفاتيح السرية.
٩	Dorey et al. (2011)	الأمن على السحابة: هل هو مشكلة أم حل؟	هناك حاجة لدراسة آليات تزيد من مستوى الفهم للخدمات السحابية، باستخدام أسلوب التجزيء.

م	الدراسة البحثية	الموضوع	الفجوة البحثية
١٠	Ben Arfa et al (2012)	الأمن السيبراني على السحابة.	الحاجة لوجود نموذج موثوق يجسد الأمن السيبراني باستخدام مصفوفة تقدير المخاطر.
١١	King et al. (2012)	حماية خصوصية البيانات.	ضرورة عمل إصلاحات تنظيمية للبيانات الحساسة وتصنيفها.
١٢	Rodero-Merino (2012)	بناء سحابة المنصة كخدمة (PaaS): دراسة مسحية عن أمن السحابة لمنصات البرمجيات التشاركية.	تقترح الدراسة استخدام آلية أمنية لسحابة المنصة كخدمة (PaaS)، والتوصية بتقييمها.
١٣	Pietro et al. (2012)	تعافي السحابة من الأعطال من خلال تنفيذ منهجية تحليل المسار.	الحاجة لتصميم معماري يضبط أنشطة الخوادم الافتراضية (VMs).
١٤	Shini et al. (2012)	دراسة التحديات الأمنية المرتبطة بتبادل الصور والأشعات الطبية على السحابة.	اقتراح وجود منصة لمشاركة الأشعات والصور الطبية على السحابة.

- الدراسات البحثية في مجال تبنّي الحوسبة السحابية والانتقال من البيئة التقنية التقليدية إلى السحابة:

شمِل هذا التصنيف الرئيسي عدد (٣١) دراسة بحثية. وبناءً على الموضوعات المبحوثة في هذه الدراسات تمَّ تصنيفها أيضاً إلى ثلاثة تقسيمات فرعية، تضمنت:

جدول رقم (١١-٦): نتائج المراجعة العلمية للدراسات البحثية التي تحدِّد العوامل المُمكِّنَة والمُعيقَة لتبنّي الحوسبة السحابية

م	الدراسة البحثية	النظرية	المنهجية العلمية	العوامل المُمكِّنة	العوامل المعيقَة
١	Heinle and Strebel (2010)	- نظرية الوكالة (Agency). - نظرية نشر الابتكارات (DOI). - نظرية حوكمة تقنية المعلومات.	مقابلات الخبراء	- مؤيدو الابتكارات. - شفافية التكاليف. - مميزات مزودي الخدمات السحابية.	- عدم وضوح تعريف السحابة. - صعوبة تقييم الفوائد والتكاليف. - عدم تحديد الآثار التنظيمية. - الصعوبة في تقييم مخاطر مزودي الخدمات السحابية. - مخاطر إتاحة الخدمة. - القصور في المعايير. - المخاطر القانونية والتشريعية. - الأمن. - القصور في أدوات المراقبة.
٢	Low et al. (2011)	إطار بيئة المنظمة والتقنية	مسح ميداني باستخدام الاستبانة	- الميزة النسبية. - التوافقية. - دعم الإدارة العليا. - حجم المنظمة.	تعقيد البيئة السحابية

م	الدراسة البحثية	النظرية	المنهجية العلمية	العوامل المُمكِّنة	العوامل المعيقَة
				- جاهزية التقنية. - ضغوط المنافسين. - ضغوط الشركاء.	
٣	Yang and Hsu (2011)	رؤية المنظمة	التحليل الثانوي (Secondary Analysis)	- الحوار والمناقشة المجتمعية، والهيكل التنظيمي، والتبادل التجاري. - ثقافة الممارسين في مجال نظم المعلومات (IS). - تبنّي التقنيات الأساسية. - التبنّي والنشر.	لا ينطبق
٤	Vaezi (2012)	لا يوجد نظرية، حيث إنَّ المؤلف طوَّر نموذجاً لتبنّي الحوسبة السحابية.	النظرية المتجذّرة (Grounded Theory)	- نفقات البنية التحتية التقنية. - الطلبات غير المتوقعة. - الطلبات المتذبذبة. - الطلبات الكثيرة.	- الأمن / الخصوصية. - إتاحة الخدمة. - عدم تحديد الآثار التنظيمية. - نماذج التسعير. - الشؤون التشريعية والقانونية.

- الدراسات البحثية التي تحدِّد العوامل المُمكِّنَة والمعيقَة لتبنّي الحوسبة السحابية، وعددها (٤) دراسات. وتضمنت أبرز العوامل المُمكِّنَة: تأييد الابتكارات، وشفافية التكاليف، وميزات مزودي الخدمات السحابية، والميزة التنافسية التي تقدِّمها الخدمة السحابية، وتوافقية البيئة السحابية مع البيئة التقنية المحلية للمنظمة، ودعم الإدارة العليا، وحجم المنظمة، وضغوط المنافسين، وضغوط الشركاء، وتبادل المعرفة في المجتمع التقني، وثقافة الممارسين في مجال نُظم المعلومات (IS)، وتوفُّر التقنيات الأساسية على السحابة وسرعة النشر والإطلاق، وانخفاض تكاليف البنية التحتية التقنية (IaaS)، وقدرة الخدمات السحابية على التعامل مع الطلبات غير المتوقعة والمتذبذبة والكثيرة. كما تضمنت أبرز العوامل المعيقَة: عدم وضوح تعريف السحابة، وصعوبة تقييم الفوائد والتكاليف، وعدم تحديد الآثار التنظيمية، والصعوبة في تقييم مخاطر مزودي الخدمات السحابية، ومخاطر إتاحة الخدمة، والقصور في المعايير، والمخاطر القانونية والتشريعية، وأمن السحابة، والقصور في وجود أدوات مناسبة للمراقبة، وتعقيد البيئة السحابية، وخصوصية البيانات، وهواجس متعلقة بإتاحة الخدمة، وغياب آلية تحدِّد الآثار التنظيمية الممكنة، وتفاوت نماذج التسعير، والشؤون التشريعية والقانونية. ويوضح الجدول رقم (١١-٦) نتائج المراجعة العلمية للدراسات البحثية التي تُحدِّد العوامل المُمكِّنَة والمعيقَة لتبنّي الحوسبة السحابية.

- الدراسات البحثية عن تبنّي الحوسبة السحابية بشكل عام، وعددها (٢٢) دراسة. وتتطرق هذه الدراسات إلى موضوع تبنّي الحوسبة السحابية من جوانب متعددة، مثل: التغييرات المصاحبة لتبنّي الحوسبة السحابية على مستوى ثقافة المنظمة، وضرورة اتباع منهجية واضحة لإجراء التغييرات التنظيمية، والهواجس التي تنتاب متخذي القرار قبل الإقدام على تبنّي خدمات السحابة، والمنهجيات الشائعة الاستخدام عند التحوُّل إلى السحابة، وضرورة مراعاة متطلبات المستفيد عند صياغة اتفاقية مستوى الخدمة (SLA)، وآليات اختيار الخدمة السحابية، والحرص على أن تكون الخدمة المختارة مصحوبةً بمؤشرات أداء قابلة للقياس للتمكُّن من مراقبة الخدمة والتدقيق عليها، ونماذج تسعير الخدمات المتاحة، وتحديد أبعاد تقييم مزودي

الخدمات السحابية (تقييم التكلفة، والأمن، والأداء، والإتاحة، واستمرارية الأعمال، والالتزام القانوني قبل الانتقال للسحابة)، وأخيراً التركيز على أنَّ تبنّي الخدمات السحابية يعتبر أكثر مناسبةً للمنظمات الصغيرة والمتوسطة. ويوضح الجدول رقم (١١-٧) نتائج المراجعة العلمية للدراسات البحثية عن تبنّي الحوسبة السحابية بشكل عام.

جدول رقم (١١-٧): نتائج المراجعة العلمية للدراسات البحثية عن تبنّي الحوسبة السحابية بشكل عام

م	الدراسة البحثية	موضوع الدراسة البحثية
١	Goth (2011), Sultan et al. (2012), Kavis (2014), Lucas et al. (2009)	يستلزم تبنّي تقنية الحوسبة السحابية تغيراً على مستوى ثقافة المنظمة، إذ إنَّ تجاهل التحولات التقنية الجديدة أو الوقوف ضدها قد يؤدي إلى نتائج غير محمودة. على سبيل المثال، يبرز مثال شركة كوداك (Kodak)، وهي شركة كانت رائدةً في مجال أفلام وكاميرات التصوير، كمثال حيّ على الفشل في التعاطي مع التحولات الرئيسية في تقنية المعلومات. فقد تأخرت إدارة الشركة في وضع خطة تحوّل رقمي في الوقت المناسب، الأمر الذي نتج عنه تسرُّبٌ في مواردها البشرية بمقدار ٨٠%، وفقدان حصتها في سوق الأفلام والتصوير، وهبوط حاد في سعر سهم الشركة في السوق المالية؛ كنتيجة لفشل إدارة الشركة في استغلال الفرصة الاستثمارية التي سنحت لها للتحول إلى العالم الرقمي، إلا أنها لم تحسن التعامل معها في حينه.
٢	John Kotter (1996)	يوصي جون كوتر (John Kotter, 1996) بتطبيق ثماني خطوات رئيسية للنجاح في إجراء تحوُّل رئيسي داخل المنظمة وتغيير في ثقافتها الداخلية، وهذه الخطوات هي: (١) ضرورة خلق أجواء التغيير والإلحاح عليه، (٢) تشكيل فريق عمل يتصف بالكفاءة لقيادة التغيير، (٣) وضع رؤية واضحة، (٤) استخدام كل الوسائل التنظيمية الممكنة لإيصال فكرة الرؤية من أجل تحقيقها، (٥) تحفيز الآخرين للتماشي مع الرؤية وأهدافها، (٦) التخطيط للحصول على المكاسب السريعة وتطبيقها، (٧) تعزيز التحسينات التي تطرأ

م	الدراسة البحثية	موضوع الدراسة البحثية
		وإجراء مزيد من التغيير، (٨) إضفاء الطابع المؤسسي على منهجيات وأساليب العمل الجديدة.
٣	Brian Butt (2015), Issy Ben-Shaul (2017)	لا يزال ينتاب بعض متخذي القرار من المتخصصين في مجال تقنية المعلومات بعض الهواجس التقنية التي تُبطِّئ من عملية التحول نحو هذه التقنية. ومن أبرز هذه الهواجس: صعوبة التنبؤ بجودة أداء الخدمات السحابية، والمخاطر الأمنية، وانخفاض مستوى الحوكمة والتحكم التشغيلي، ومحدودية إمكانية التنقل بين مزودي السحابة، وغموض في فهم آلية عمل بعض خصائص تقنية الحوسبة السحابية، والعقبات القانونية والالتزام الدولي، وغيرها من الهواجس الأخرى.
٤	Writer (2013)	يوجد ثلاث منهجيات شائعة الاستخدام يتم تبنيها بشكل واسع عند الرغبة في التحول إلى السحابة، وهذه المنهجيات هي: إعادة إطلاق التطبيقات الإلكترونية الحالية في السحابة، أو إعادة تصميم التطبيق الإلكتروني ليتلاءم مع بيئة السحابة، أو استبدال التطبيق الإلكتروني بخدمة سحابية جاهزة.
٥	Ogunyemi et al. (2017)	على الرغم من التوسُّع الملحوظ في تبنّي التقنية الافتراضية، سواءً من قِبَل مزودي الخدمات السحابية أو من قِبَل مراكز البيانات الخاصة، إلا أن هناك العديد من التحديات والصعوبات التي قد تعيق استمرارية تبنّي هذه التقنية أو قد تنفّر العديد من القادمين الجدُد عن تبنّي هذه التقنية. وأبرز هذه المعوقات: (١) قصور في الدعم الفني المقدَّم من مزودي الخدمات السحابية، (٢) الاعتبارات الأمنية المرتبطة ببرمجية التقنية الافتراضية، (٣) زيادة الأعباء وتأثيرها على الأداء، (٤) عدم التوافقية بين برمجية التقنية الافتراضية والتجهيزات المادية الخاصة، (٥) التحديات الإدارية.
٦	Lichtenstein et al (2005),	يقتصر بعض مزودي الخدمات على استخدام اتفاقية مستوى الخدمة (SLA)، المُعدَّة مسبقاً، كوسيلة وحيدة للتواصل مع المستفيدين المنظورين بشأن تحديد المتطلبات. لذلك يتضح وجود

م	الدراسة البحثية	موضوع الدراسة البحثية
	Trienekens et al. (2004)	فجوة اتصال وتواصل في فهم متطلبات المستفيد بشكل دقيق، حيث لا يتم إشراك المستفيد المنظور في مراحل مبكرة لتصميم أو تخصيص الخدمة السحابية بما يواكب تطلعات المستفيد ويُشرِكه في اتخاذ القرار.
٧	Du (2012)	مع التوجه الكبير نحو تبنّي الحوسبة السحابية، يزداد عدد الخدمات السحابية المتاحة في سوق الحوسبة بشكلٍ متسارع وتنافسي، سواءً كانت الخدمات على هيئة بنية تحتية كخدمة (IaaS)، أو منصة كخدمة (PaaS)، أو برمجيات كخدمة (SaaS). ومع الازدياد المطرد لهذه الخدمات، تصبح مقارنة المعروض منها بالنسبة للمستفيد المستقبلي عمليةً أكثر تعقيداً لتعذُّر إمكانية اتخاذ قرار التبنّي بشكل مباشر.
٨	Kansal et al. (2014)	لكي ينجح المستفيد في الحصول على الخدمة السحابية المستهدفة، ينبغي عليه أولاً تحديد احتياجاته بشكل واضح، ثم إعداد ومراجعة اتفاقية مستوى خدمة (SLA) تلائم وتعكس احتياجاته، وأن تكون تلك الخدمات المقدَّمة "قابلة للقياس"؛ من أجل التحقُّق من صحة تقديم هذه الخدمات، ومراقبة أدائها، ومتابعة متى يجبُ طلب صيانتها، والتحقق من إصلاح أعطالها حال حدوثها.
٩	Ma et al. (2012), Lombardi et al. (2011), Kash et al. (2017), Murthy et al. (2012), Babaioff et. al. (2017)	حيث تشير هذه الدراسات البحثية إلى وجود ثلاثة أصناف رئيسية لنماذج التسعير المتعلقة باستخدام الخدمات في الحوسبة السحابية: (١) نموذج الدفع حسب الاستخدام، (٢) نموذج الاشتراك في الخدمة، (٣) نموذج التسعير الهجين.

م	الدراسة البحثية	موضوع الدراسة البحثية
١٠	Barnes (2010)	تمَّ مناقشة عملية انتقال سجلات البيانات إلى السحابة، والدور المهم الذي يمكن أن يؤديه مختصو البيانات والسجلات في اختيار وتطبيق خدمات ومنتجات التواصل والاتصال، وأنه يمكن الاستفادة من خدمات الحوسبة السحابية في هذا الشأن. وقدَّم المؤلف بعض التوصيات لاختيار مزودي الخدمات السحابية، وأنه يجب أن يتم تقييم التكلفة، والأمن، والأداء، والإتاحة، واستمرارية الأعمال، والالتزام القانوني قبل الانتقال للسحابة.
١١	Truong and Dustdar (2010)	تمَّ دراسة تبنّي السحابة لمجموعة بحثية مصغَّرة، وتمَّ التوصُّل إلى وجود بعض المشاكل التي قد تعيق الانتقال إلى السحابة، مثل: عدم وجود أدوات تقييم كافية للتكلفة، وتعقيد استخدام خدمات البنية التحتية التقنية (IaaS) بالنسبة للمبحوثين.
١٢	Klems (2009)	تمَّ تقديم إطار إرشادي لتقدير أهمية الحوسبة السحابية، ومقارنتها مع الحوسبة التقليدية المحلية.
١٣	Arora et al. (2017)	وصف أنواع الخدمات السحابية المتاحة على السحابة والمناسبة للمنظمات الصغيرة والمتوسطة، مع إعطاء مجموعة إرشادات لهذه المنظمات عند الاختيار من بين مجموعة كبيرة من الخدمات السحابية.

- الدراسات البحثية في مجال الانتقال إلى السحابة، وعددها (٥) دراسات. وتتطرق هذه الدراسات إلى الفرص البحثية المتاحة للباحثين، خصوصاً أثناء مرحلة الانتقال إلى السحابة؛ كونها تُعدُّ أحد أعقد المراحل بالنسبة للمستفيد، إذ إنها قد تتسبب في عزوفه عن الحوسبة السحابية. ومن أهم الفجوات البحثية التي تطرحها هذه الدراسات: الحاجة إلى نموذج يسمح بمشاركة ونقل التطبيقات الافتراضية على السحابة، والحاجة إلى دراسة المتغيرات الوسيطة التي يمكن أن يكون لها تأثير على العلاقة بين متغير الرغبة في الانتقال وفوائد وتكاليف السحابة، والحاجة إلى دراسة مدى تأثير العائد على الاستثمار لتحديد الانتقال إلى السحابة من عدمه، والحاجة إلى نموذج تحليلي مرن لقياس أداء

الخدمات السحابية، والحاجة إلى تقييم هذا النموذج وتأكيده، والحاجة إلى مقارنة وتحليل عمل التطبيقات في البيئة التقنية التقليدية وفي البيئة السحابية. ويوضح الجدول رقم (١١-٨) نتائج المراجعة العلمية للدراسات البحثية في مجال الانتقال إلى السحابة.

جدول رقم (١١-٨): نتائج المراجعة العلمية للدراسات البحثية في مجال الانتقال إلى السحابة

م	الدراسة البحثية	الموضوع	الفجوة البحثية
١	Li et al. (2013)	التطبيقات الافتراضية على السحابة.	الحاجة لنموذج/منهجية يسمح بمشاركة ونقل التطبيقات الافتراضية على السحابة.
٢	Park et al. (2012)	دراسة مسحية لمستخدمين بصدد الانتقال إلى السحابة.	تشير نتائج الدراسة إلى عدم تأثُّر "رغبة" الانتقال إلى السحابة إيجابياً بفوائد الانتقال، ولكنها تتأثر سلبياً بتكاليف الانتقال إلى السحابة. هناك حاجة لتقييم نتائج الدراسة، ودراسة المتغيرات الوسيطة التي يمكن أن يكون لها تأثير على علاقة رغبة الانتقال بالفوائد والتكاليف.
٣	Misra (2011)	دراسة مدى ملاءمة انتقال المنظمة إلى السحابة بناءً على العائد على الاستثمار.	الحاجة إلى تقييم مدى ملاءمة الاقتصار على عامل واحد لتحديد مدى ملاءمة الانتقال إلى السحابة، والحاجة إلى دراسة تحدِّد متغيرات ضابطة أخرى.
٤	Da Costa et al. (2012)	مقارنة وتحليل عمل تطبيقات الويب على البيئة التقليدية، والبيئة السحابية.	تمَّ عمل مقارنة بين أداء تطبيقات الويب في بيئة ويندوز أزور (Windows Azure) السحابية، وفي البيئة التقليدية المحلية. إلا أنَّ هناك حاجة لدراسة مدى مناسبة تعميم النتائج على كل البيئات المشابهة لبيئة ويندوز أزور.
٥	Ghosh et al. (2012)	نمذجة وأداء سحابات البُنَى التحتية التقنية (IaaS) الضخمة.	الحاجة إلى نموذج تحليلي مرن لقياس الأداء، والحاجة إلى تقييم هذا النموذج وتأكيده.

- الدراسات البحثية في مجال مخرجات وآثار الحوسبة السحابية:

شمِل هذا التصنيف الرئيسي عدد (٩) دراسات بحثية، تمَّ إجراؤها في سياقات بحثية مختلفة، مثل: سياق الاقتصاد الجزئي في أوروبا، وسياق المنظمات الصغيرة، وسياق قطاع الأعمال، وسياق تطبيقات ذكاء الأعمال، وسياق أنظمة المكتبة، وسياق الأنشطة السحابية. كما تضمنت أبرز آثار ومخرجات تطبيق الحوسبة السحابية: ارتفاع النمو السنوي، وخلق وظائف جديدة، وخفض التكاليف، ورفع مستوى التواصل مع ذوي المصلحة، وخلق قطاعات أعمال وصناعات جديدة، وتضييق الفجوة الرقمية بين المنظمات الضخمة من جهة والمنظمات الصغيرة والمتوسطة من جهة أخرى، وتشجيع الأتمتة، والمرونة في الأعمال، ورفع الكفاءة في الأداء، وتسريع تناقل البيانات بين ذوي المصلحة، ورفع مستوى الإتاحة للخدمات السحابية، وخلق نموذج أعمال مرن في المنظمة، وتوفير استهلاك الطاقة. ويوضِّح الجدول رقم (١١-٩) نتائج المراجعة العلمية للدراسات البحثية في مجال مخرجات وآثار الحوسبة السحابية.

جدول رقم (١١-٩): نتائج المراجعة العلمية للدراسات البحثية في مجال مخرجات/ آثار الحوسبة السحابية

م	الدراسة البحثية	سياق الدراسة البحثية	المخرجات/ الآثار
١	Etro (2011)	الاقتصاد الجزئي في أوروبا	- معدل نمو سنوي إيجابي. - تساعد الحوسبة السحابية على خلق وظائف جديدة كل سنة، من خلال تطوُّر المنظمات المتوسطة والصغيرة. - تسهم الحوسبة السحابية في خفض التكاليف في القطاع العام.
٢	Truong (2010)	المنظمات الصغيرة	- تقدم فرصاً ثمينة للحصول على ميزات تنافسية، من خلال رفع مستوى التواصل مع الشركاء والعملاء.

م	الدراسة البحثية	سياق الدراسة البحثية	المخرجات/ الآثار
٣	Sharif (2011)	قطاع الأعمال	- تمثل الحوسبة السحابية ثورةً في عالم الأعمال. - تخلق الحوسبة السحابية قطاعات أعمال وصناعات جديدة، مثلها في ذلك كمثل ثورة الإنترنت.
٤	Bajenaru (2010)	قطاع الأعمال	- يمكن للحوسبة السحابية أن تضيّق الفجوة الرقمية بين المنظمات والشركات الضخمة وتلك الصغيرة والمتوسطة.
٥	Shen (2011)	تطبيقات ذكاء الأعمال	- يمكن أن تحوِّل الحوسبة السحابية تطبيقات ذكاء الأعمال إلى إجراءات ذاتية الخدمة. - يمكن أن تُحسِّن الحوسبة السحابية من ذكاء الأعمال في مجالات تناقل المعلومات، والنفاذ إلى البيانات، وتحوُّل الإجراءات، وتخفيض التكاليف، والمرونة، والكفاءة، والأداء.
٦	Han (2011)	أنظمة المكتبة	- خفضت الحوسبة السحابية التكاليف بمقدار ٩٠%. - وفَّرت مرونة أكبر. - وفَّرت نِسَب إتاحة وأمن بشكل أفضل.
٧	Plummer et al. (2011), Vaccaro et al. (2004)	قطاع الأعمال والمنظمات	يمكن أن يتأثر نموذج الأعمال المرن للحوسبة السحابية بخمسة مؤثرات أساسية، هي: (١) مزود الخدمة، و(٢) المستفيد من الخدمة، و(٣) التطوُّر التقني لمكونات الحوسبة السحابية، و(٤) سوق الحوسبة السحابية، و(٥) الأنظمة واللوائح والقواعد التنظيمية للحوسبة السحابية في الدولة التي يتم تقديم الخدمات السحابية فيها.

م	الدراسة البحثية	سياق الدراسة البحثية	المخرجات/ الآثار
٨	Pandya (2014)	الأنشطة السحابية	يمكن تطبيق مبادئ السحابة الخضراء على أربعة أنشطة سحابية، هي: (١) استخدام السحابة، (٢) إعادة الاستخدام والإتلاف وإعادة التدوير، (٣) التصميم الأخضر، (٤) التصنيع الأخضر.

- الدراسات البحثية عن الوضع الراهن للحوسبة السحابية:

شمِل هذا التصنيف الرئيسي عدد (٢٤) دراسة بحثية، وتطرَّق إلى وصف الوضع الراهن لتقنية الحوسبة السحابية، وتركِّز معظم هذه الدراسات على تحديد التوجهات المستقبلية لهذه التقنية وكذلك تحديد الفجوات البحثية الممكنة، مثل: إمكانية توظيف أسلوب تحليلات السحابة في مجالات الإدارة والاقتصاد والاجتماع والهندسة، إلى جانب نظم المعلومات (IS)، والحاجة إلى دراسة أثر تطبيق الحوسبة السحابية على ثقافة المنظمة الداخلية والخارجية، والحاجة إلى التركيز على تقييم وتطوير أداء السحابة الهجينة ونموذج المنصة كخدمة (PaaS) كخيار مستقبلي يواكب احتياجات المستفيدين، والاحتياج لدراسات بحثية تقدِّم الأدلة بشأن الجِدال في المفاضلة والمقارنة بين استهلاك الطاقة في كلٍّ من مراكز البيانات الخاصة وفي السحابة، وتوظيف قدرات الذكاء الاصطناعي (AI) لتقديم مزيد من الحلول السحابية. ويوضح الجدول رقم (١١-١٠) نتائج المراجعة العلمية للدراسات البحثية عن الوضع الراهن للحوسبة السحابية.

جدول رقم (١١-١٠): نتائج المراجعة العلمية للدراسات البحثية عن الوضع الراهن للحوسبة السحابية

م	الدراسة البحثية	موضوع الدراسة البحثية / الفجوات البحثية
١	Alhayyan et al. (2017), Bollen et al. (2011), Mittal et al. (2012), Fire et al. (2014), Chen et al. (2010), Farzindar (2012), Azzouza et al. (2017), Maynard et al. (2017), Atefeh et al. (2013), Quanzeng (2016), Le et al. (2015)	يمكن توظيف استخدامات تحليلات السحابة في مجالات متعددة، مثل: استكشاف الأنماط الناشئة في الوقت الآني (Alhayyan et al., 2017)، والتنبؤ بأداء الأسواق المالية (Bollen et al., 2011; Mittal et al., 2012)، واكتشاف التهديدات الأمنية قبل وقوعها (Fire et al., 2014)، وبناء الأنظمة المُوصِية بناءً على المحتوى (Chen et al., 2010)، وتحسين اتخاذ القرار وذكاء الأعمال (Farzindar 2012)، وتحليل المشاعر والمواقف الإنسانية تجاه منتج أو حدث معين (Azzouza et al., 2017; Maynard et al., 2017; Atefeh et al., 2013; Quanzeng, 2016; Le et al., 2015). وتكمن الإسهامات البحثية الممكنة في استخدام منهجية تحليلات السحابة في مجالات أخرى؛ كالإدارة، والاقتصاد، والاجتماع، والهندسة، وغيرها من المجالات.
٢	Sultan et al. (2012)	الحوسبة السحابية تُحدِث ابتكاراً منظَّماً وابتكاراً جديداً مربِكاً في الوقت نفسه. فهي تحدث ابتكاراً منظَّماً؛ كونها نشأت نتيجةً للتطور المرحلي الذي مرَّت به الحوسبة عموماً من مرحلة الحاسبات المركزية، مروراً بمرحلة الخادم-العميل الموزعة، ثم إلى مرحلة الإنترنت. كما أنها تُحدِث ابتكاراً جديداً مربِكاً؛ كونها فتحت الآفاقَ لنموذج أعمال جديد يتيح لأصحاب المصلحة القيام بالتبادل التجاري بيسر وسهولة، وبأسعار تنافسية منخفضة. هناك حاجة ماسة لدراسة أثر تطبيق الحوسبة السحابية على ثقافة المنظمة الداخلية والخارجية.

م	الدراسة البحثية	موضوع الدراسة البحثية / الفجوات البحثية
٣	Chohan (2012) Kavis (2014)	تشير الدراستان إلى أنَّ التركيز مستقبلاً سيكون على استخدام السحابة الهجينة ونموذج المنصة كخدمة (PaaS)، وذلك حسب التوجهات العامة لمتطلبات المستفيدين. لذا فإنَّ البحوث المستقبلية ينبغي أن تركز أيضاً على تقييم أداء هاتين التقنيتين، ووضع نماذج عملية لتطبيقهما مع استغلال القدرات التي تتيحهما.
٤	Kumar et al (2017), Ficco et al. (2015)	تهدف ممارسة الحوسبة السحابية الخضراء إلى تخفيض استهلاك المواد الخطرة، ورفع كفاءة الطاقة خلال دورة حياة المورد السحابي (تجهيزات مادية أو برمجيات)، وتشجيع إعادة التدوير للموارد السحابية القديمة ومخلفات التصنيع ما أمكن. على الرغم من ذلك، هناك احتياج لدراسات بحثية تقدم الأدلة العلمية بشأن الجِدال في المفاضلة والمقارنة بين استهلاك الطاقة في كلٍّ من مراكز البيانات الخاصة وفي السحابة.
٥	Ben Dickson (2017)	يعتبر توظيف قدرات الذكاء الاصطناعي (AI) في الحوسبة السحابية في مراحله الأولى؛ لذا فإنه يزخر بالعديد من الفرص العملية والبحثية لمزيد من الإبداع والابتكار لتقديم حلول للتحديات التي تواجه الحوسبة السحابية في مجالات الأتمتة والمراقبة.
٦	Marston et al. (2011)	يتم دراسة الحوسبة السحابية ونقاط القوة والضعف فيها، والفرص والتحديات التي يمكن أن تجلبها الحوسبة السحابية. وتسلط الدراسة الضوء على النقاط التالية كموضوعات بحثية: • الفوائد الاقتصادية للحوسبة السحابية. • أثر الحوسبة السحابية على ثقافة المنظمة. • سياسات أنظمة المعلومات داخل المنظمة. • بحوث تبنّي وتطبيق الحوسبة السحابية.

م	الدراسة البحثية	موضوع الدراسة البحثية / الفجوات البحثية
		• دراسة أثر / تأثُّر الحوسبة السحابية على/ من السياسات الحكومية والتشريعات القانونية.
٧	Hosseini et al. (2010)	تسلِّط الدراسة الضوء على النقاط التالية كموضوعات بحثية: • دراسة التغييرات التنظيمية الممكنة بسبب الانتقال إلى السحابة. • دراسة تغير ميزان القوى والصلاحيات داخل المنظمة التي تنتقل إلى السحابة. • دراسة الآثار الاقتصادية والتنظيمية للسحابة. • دراسة الآثار الأمنية والتشريعية والخصوصية التي تجلبها الحوسبة السحابية.
٨	Wang et al. (2011)	تسلط الدراسة الضوء على النقاط التالية كموضوعات بحثية: • دراسة الآثار التقنية والاجتماعية لتطبيق خدمات الحوسبة السحابية. • دراسة موثوقية الحوسبة السحابية. • استكشاف الإجراءات الإدارية للحوسبة السحابية. • مقارنة استخدام الخدمات السحابية بنظيرتها التقليدية داخل مراكز البيانات الخاصة. • دراسة تطبيق الخدمات السحابية على الإنتاج، وعلى المنظمة ككل.
٩	Hoberg et al. (2012)	تسلِّط الدراسة الضوء على النقاط التالية كموضوعات بحثية: • دراسة منظور المستفيد عن الحوسبة السحابية. • تطبيق الدراسات التجريبية لمعرفة العوامل التي تحدِّد تبنّي الخدمات السحابية. • دراسة الآثار التجارية للحوسبة السحابية.

م	الدراسة البحثية	موضوع الدراسة البحثية / الفجوات البحثية
		• الحاجة لدراسة الهيكل التنظيمي والإجراءات وأهلية الموظفين لإدارة الخدمات السحابية، من منظور المستفيد.
١٠	Zhang et al. (2011)	تسلِّط الدراسة الضوء على النقاط التالية كموضوعات بحثية: • الطريقة المُثلَى لتخصيص وتحرير الموارد السحابية بشكل ذاتي. • دراسة فعالية وكفاءة تمكين نقل الخوادم الافتراضية (VMs) بغرض موازنة الأعباء على موارد السحابة. • دراسة دمج الخوادم لتحسين القدرات المتاحة للحوسبة. • إيجاد آليات لرفع كفاءة استهلاك الطاقة. • دراسة إدارة وتحليل مسار البيانات على السحابة. • أمن البيانات. • دراسة تكييف جدولة المهام حسب الظروف المتغيرة. • إدارة البيانات وتقنيات التخزين. • ابتكار تصاميم محسّنة للسحابة، والمفاضلة بين مراكز البيانات الضخمة والصغيرة.
١١	Limbasan (2012)	تمَّ تطوير نموذج عملي لتطبيق خدمة إدارة علاقات العملاء (CRM) كنموذج برمجيات كخدمة (SaaS)، في إطار التسويق الإلكتروني لشركة عقارات. وتشير الدراسة إلى الحاجة إلى نموذج عملي لمراقبة أداء الخدمة السحابية واستقراء مقاييس جودة أدائها، والحاجة إلى أدوات عملية يمكن تكييفها وتخصيصها حسب احتياجات ومتطلبات المستفيد.
١٢	Armbrust et al. (2009)	تشير الدراسة إلى أنَّ الحوسبة السحابية قد جلبت معها العديدَ من الفوائد والتحديات، ولكي تصل هذه التقنية إلى مرحلة النضج ينبغي أن تتضافر الجهود البحثية والعملية

م	الدراسة البحثية	موضوع الدراسة البحثية / الفجوات البحثية
		لتقديم الحلول للكثير من الصعوبات والتحديات المصحوبة بتطبيق الخدمات السحابية، مثل: ضمان إتاحة الخدمة، ومحدودية إمكانية التنقل بين مزودي السحابة بالنسبة للمستفيد، وعدم إمكانية التنبؤ بأداء الخدمة السحابية، وغيرها من التحديات الأخرى.

٢/٣/١١ الفرص العملية في الحوسبة السحابية:

تمَّ التطرق في القسم السابق إلى أبرز الفرص البحثية التي تتيحها تقنية الحوسبة السحابية، ولا شك أنَّ تقديم الحلول للمشكلات البحثية يُعدُّ خطوة أساسية لفتح الفرص العملية، متى ما كانت هذه الحلول قابلة للتطبيق. إضافةً إلى ذلك، فإنَّ تجارب الممارسين العملية المتعلقة باستخدام خدمات الحوسبة السحابية ومشاركة الخبرات والمشكلات وتبادل المعارف، تشكِّل مصدراً ملهماً لكلٍّ من المطورين ومزودي الخدمات والباحثين للمساهمة في تقديم الحلول المبتكرة. ومن خلال استعراض موضوعات الحوسبة السحابية في هذا الكتاب، يتضح أنه بمجرد ظهور وتطبيق هذه التقنية، ظهرت معها خدمات وتوجُّهات تقنية جديدة مدفوعةً بتطبيق خصائص الحوسبة السحابية الأساسية (خدمة ذاتية حسب الطلب، وذات وصول واسع، وذات مرونة في تخصيص وتحرير الموارد، وقابلة للقياس، وتجمُّع واسع من الموارد السحابية). ويعتمد تطبيق هذه التوجُّهات الجديدة بشكل كبير على مشاركة المستخدم بذاته في تنفيذ الخدمة بشكل آني، أو المشاركة في تنفيذها، أو المساهمة في إثراء المحتوى، مواكبةً لمبادئ تقنية الويب (٢،٠)، كما هو الحال في تطبيقات وسائل التواصل الاجتماعي.

وبالنظر إلى الخدمات السحابية كأوعية يتم تصميمها حسب احتياجات المستفيد لاستخدامها في أي وقت ومن أي مكان وباستخدام أي جهاز متصل بالإنترنت، برزت نماذج أعمال جديدة تختلف باختلاف أهداف المستفيد، وازدهرت أعمال التجارة الإلكترونية بظهور منصات تجارية تسويقية محلياً (مثل: منصة نون (noon.com)، ومنصة نمشي (namshi.com))، ودولياً (مثل: منصة أمازون (amazon.com)، ومنصة إي بي (eBay.com)). إضافةً إلى ذلك، ولتلبية الاحتياجات المتعددة والطلبات المختلفة لشرائح المستفيدين والمستخدمين، ظهرت نماذج تسعير مختلفة لمواكبة التوجهات الجديدة

للخدمات السحابية بغرض احتساب التكاليف المادية، مثل: نموذج الدفع حسب الاستخدام، ونموذج الاشتراك في الخدمة السحابية، ونموذج التسعير الهجين.

تؤكد هذه التوجهات في توظيف خدمات الحوسبة السحابية على عدم اقتصار الفرص العملية التي تتيحها هذه التقنية على قطاع واحد فقط، بل تتعداه لتشمل قطاعات متعددة، فعلى سبيل المثال:

- القطاع الحكومي: حيث يمكن أن تؤدي الحوسبة السحابية دوراً مهماً في تحسين كفاءة وشفافية وأداء التعاملات الحكومية. كما يمكن أن تُسهم أنظمة الحكومة الإلكترونية المبنية على الحوسبة السحابية في تطوير الخدمات المقدمة للمواطنين ولقطاع الأعمال ولموظفي وأجهزة الحكومة الأخرى، كما تسهم في تشجيع المشاركة الإلكترونية من جانب الأفراد وقطاع الأعمال في تقديم التغذية الراجعة على التعاملات الإلكترونية الحكومية من خلال القنوات الإلكترونية المتاحة على الإنترنت كالمدونات والمنتديات؛ بغرض تطوير التعاملات الإلكترونية الحكومية. ومن أبرز التطبيقات الإلكترونية المبنية على الحوسبة السحابية والتي يمكن الاستفادة منها: متابعة وتسجيل الأحوال والوقائع الشخصية كالولادة والزواج، ومتابعة وإصدار رُخص القيادة، وتسجيل المركبات، وخدمات الجوازات، وخدمات النقل العام، بالإضافة إلى العديد من الخدمات الأخرى.

- القطاع الصحي: حيث يمكن أن تقدِّم الحوسبة السحابية العديدَ من الخدمات إلى ذوي المصلحة (من الأطباء، والاختصاصيين، والاستشاريين، والمرضى، وشركات التأمين الصحي، والشركات الدوائية، وشركات خدمات تقنية المعلومات المشغّلة في القطاع الصحي) من خلال بيئة إلكترونية متكاملة ومترابطة تشتمل على أنظمة لإدارة المعلومات الصحية، وأنظمة معلومات المختبرات، وأنظمة الطب الإشعاعي، وأنظمة المعلومات الدوائية، بالإضافة إلى العديد من الأنظمة الأخرى. عند توظيف أنظمة الرعاية الصحية المبنية على سحابة عامة، فإنَّ المستشفيات لن تحتاج إلى صرف مبالغ طائلة من ميزانياتها على تأسيس بنية تحتية جديدة؛ وذلك لإمكانية الحصول على كل التجهيزات المادية والبرمجيات على هيئة خدمات سحابية حسب الطلب، ويكون الدفع فقط مقابل استخدامها. كما تتمكن المستشفيات من الوصول بسهولة ويُسر إلى بيانات المرضى المخزنة في السحابة ومشاركتها مع المستشفيات الأخرى عند الحاجة. وبنفس الطريقة يتمكن المرضى من الوصول إلى بياناتهم الصحية سواءً التاريخية أو الحديثة، والاطلاع

عليها من خلال استخدام تطبيقات السحابة كخدمة (SaaS)، باستخدام أي جهاز مُهيَّأ لهذا الغرض، وبالتالي تمرُّ إجراءات الدخول للمستشفى والخروج منه والرعاية الصحية بكل انسيابية. وتتيح السحابة العمل بكل انسيابية أيضاً لكلٍّ من الأطباء وشركات التأمين والشركات الدوائية؛ لسهولة الوصول إلى البيانات المحدثة آنياً والمخزنة في مكان واحد على السحابة.

- قطاع الاتصالات: حيث يؤدي هذا القطاع دوراً رئيسياً في إنجاح وإبراز استخدام خدمات الحوسبة السحابية، من خلال توفير التجهيزات المادية اللازمة، كالشبكات والاتصال بالإنترنت؛ لضمان ربط ذوي المصلحة في البيئة السحابية ببعضهم البعض. ويُمكن النظر إلى الدور الذي يؤديه قطاع الاتصالات من منظورين اثنين: تشغيلي، وتقني. فمن الناحية التشغيلية، يبرز دور الاتصالات في التحكُّم في أعمال الشبكة، والصيانة والتشغيل، وإدارة علاقات المستفيدين، وكونها شريكاً موثوقاً، وإمكانية أن تلعب السحابة دوراً وسيطاً في حال حاجة المستفيد للشراكة مع مزودين آخرين. أمَّا من الناحية التقنية، فيتيح قطاع الاتصالات تقنيات ثابتة ومتنقلة فائقة السرعة تسمح بالوصول السريع إلى الخدمات والموارد السحابية، كما يتيح توظيف التقنية الافتراضية استغلال قدرات الحوسبة للموارد السحابية ومشاركتها بين عدة مستفيدين. ومن خلال خاصية المرونة في التوسُّع في الموارد، يُتاح للمستفيد إمكانية التوسُّع والانكماش الآني في سرعات وسعات وقدرات الموارد السحابية حسب الحاجة. من ناحية أخرى، فإنَّ الحوسبة السحابية توفِّر فرصة كبيرة لقطاع الاتصالات لتوسيع نطاق حصته في سوق تقنية الاتصالات والمعلومات (ICT)، من خلال توفير الخدمات السحابية بنماذجها الثلاثة (البنية التحتية كخدمة، والمنصة كخدمة، والبرمجيات كخدمة)، أو ممارسة دور الوسيط الموثوق بين مزودي الخدمات السحابية والمستفيدين منها، من خلال توفير الشبكات وقنوات الاتصال، أو توفير مجموعة متنوعة من خدمات الاتصالات المختلفة، مثل: الاتصال الصوتي والمرئي، والمؤتمرات الصوتية والمرئية، والرسائل، والاتصالات الموحدة، وإنشاء المحتوى، والنشر، والاستضافة.

- قطاع التربية والتعليم: حيث يمكن أن تدعم الحوسبة السحابية تحسين الخدمات المقدمة لقطاع التربية والتعليم، وبجودة عالية. فعلى سبيل المثال، تساعد تطبيقاتُ المشاركة الإلكترونية المبنية على السحابة كلًّا من الطلاب والطالبات على مناقشة

المشاكل المشتركة، وعلى البحث عن حلول وإرشادات يمكن تقديمها من خلال الخبراء التربويين. ويمكن أن تستخدم الجامعات والكليات والمعاهد والمدارس أنظمة مبنية على السحابة لإدارة المعلومات لأغراض متعددة: كالقبول والتسجيل، وتحسين الكفاءة الإدارية، وعرض برامج تربوية عن بُعد من خلال الإنترنت، وإتاحة الاختبارات على الإنترنت، ومتابعة سير العملية التعليمية للطلاب والطالبات، وجَمْع التغذية الراجعة من الطلاب. تتميز أنظمة التعلُّم على الإنترنت المبنية على السحابة بإمكانية إيصال المواد التعليمية والحقائب التدريبية إلى المستفيدين منها كالطلاب والمتدربين، بكل سهولة ويسر.

- قطاع الطاقة: حيث يتميز توظيف التقنية في هذا القطاع بالاعتماد على الأنظمة الآلية الموزعة بتوزُّع المواقع الجغرافية الحاضنة لمحطات استخراج وتوليد الطاقة؛ كآبار النفط، ومحطات توليد الكهرباء، والشبكات الكهربائية الذكية، وتوربينات الرياح المولِّدة للطاقة. تحتوي أنظمة الطاقة الآلية على الآلاف من أجهزة الاستشعار التي تقوم بجمع البيانات عن الأجهزة المشغلة بشكل آني ومستمر؛ بغرض مراقبة حالة تشغيلها والتنبؤ بحدوث الأعطال قبل وقوعها، وبالتالي القيام بالصيانة اللازمة دورياً قبل وقوع أي عُطل. وحيث إنَّ القيام بهذه الصيانة الدورية يُعتبَر أمراً حتمياً؛ نظراً لأنَّ تكلفة إصلاح مثل هذه الأنظمة المعقدة تُعدُّ مرتفعةً جداً، وتستغرق وقتاً طويلاً لإعادتها إلى وضعها التشغيلي الطبيعي؛ لذا فإنه من المطلوب لدى متخذي القرار في قطاع الطاقة تجنُّب حدوث مثل هذه الأعطال، وذلك بالسعي إلى الحصول على إنذار مبكر وسابق لحدوث العُطل، ويكون مبنياً على معلومات دقيقة حتى يتم التحرُّك في الوقت المناسب، وعمل الصيانة الدورية المناسبة التي عادةً ما تكون ذات تكلفة منخفضة مقارنةً بتكلفة إصلاح العُطل بعد حدوثه. ومن هنا يأتي استخدام تطبيقات وموارد الحوسبة السحابية كخيار ملائم لطبيعة عمل أنظمة الطاقة الآلية، حيث يتم ربط أجهزة الاستشعار-المنوط بها جمع بيانات ضخمة وبشكل مستمر عن الأجهزة المشغِلة-بأنظمة الطاقة في بيئة حوسبة سحابية. ويتحقق من هذا الربط تمكين أصحاب المصلحة من إمكانية المراقبة والمتابعة في أي وقت ومن أي مكان، كما يتحقق إمكانية الاستفادة من الخدمات السحابية الجاهزة لتحليل البيانات الضخمة باستخدام تطبيقات مرنة وموارد سحابية فائقة القدرة.

- قطاع النقل: تعتمد أنظمة النقل الذكية (ITS) على حجم وحداثة البيانات التي يتمُّ جَمْعُها من مصادر متعددة ليتم معالجتُها بعد ذلك، ومن ثَمَّ تزويد المستخدمين بمعلومات محدَّثة ومفيدة. إنَّ جَمْع البيانات الضخمة من مصادر متعددة ومعالجة هذه البيانات وتحويلها إلى معلومات مفيدة يمكِّن أنظمة النقل الذكية (ITS) من عرض خدمات جديدة؛ كتقديم إرشادات متقدمة لحالة مسارات الطرق، وتوجيه المركبات، والتنبؤ برغبات العملاء فيما يتعلق بمسألة التحميل والتسليم في سلسلة التوريد. ومن التحديات الرئيسية التي تواجه الحصول على أداء فعَّال لأنظمة النقل الذكية هو التحدي المرتبط بجَمْع وتنظيم البيانات من مصادر متعددة وبشكل آني، والمرتبط أيضاً بتحليل هذه البيانات الضخمة بغرض الحصول على قرارات ذكية في الوقت المناسب. ويُعزَى هذا التحدي إلى ضخامة حجم قواعد البيانات المطلوبة، والحاجة إلى وجود وسيلة تحليل ملائمة وآنية تفي بالغرض. ومع ظهور الحوسبة السحابية وإمكانية توظيف قدرات حاسوبية لا محدودة كوسائل جمع البيانات وتخزينها وتحليلها بشكل آني، برزت تطبيقات النقل الذكية في نوعية وجودة خدماتها المقدمة للمستفيدين؛ كالتعرف على حالات الطرق، والمساعدة في توجيه المركبات عند الانتقال من مكان إلى آخر باستخدام المركبة التي يتم تجهيزها بمعدات إلكترونية ملائمة (على سبيل المثال، جهاز GPS) تقوم باستقبال وإرسال البيانات من وإلى السحابة.

- قطاع الصناعة: حيث يتم توظيف تقنية الحوسبة السحابية لخدمة أنظمة التحكم الصناعي (ICS) عن طريق تسهيل وتسريع عملية جَمْع البيانات الآنية، وبأي حجم، من المحطات والمصانع القريبة والبعيدة جغرافياً، ومن ثَمَّ إدارة وتحليل بيانات عمليات الإنتاج التي تولدها أنظمة التحكم الصناعي. يساعد هذا التوظيف في تقدير حالة الأنظمة وتحسين سلامة الأفراد العاملين والمحطات والمصانع، الأمر الذي يساعد في اتخاذ القرارات المناسبة في الوقت المناسب؛ ومن ثَمَّ تجنُّب حدوث الأعطال قبل وقوعها.

- قطاع تقنية المعلومات: حيث تتيح بيئة الحوسبة السحابية فرصاً هائلة لهذا القطاع، بحكم التخصص، على المستوى الفردي أو على مستوى المنظمات. فمن منطلق مفاهيم ومبادئ وتقنيات الحوسبة السحابية، قد يكون من الصعب على غير المتخصصين الانغماس في فَهْم طبيعة عمل هذه التقنية لتعقدُّها وتشعُّب أُسسها ومفاهيمها. لذا،

فإنَّ ظهور الحوسبة السحابية أوجدَ أدواراً وسيطة لمتخصصي تقنية المعلومات للمساعدة في التوظيف الأمثل لخدماتها ومواردها، من خلال مساعدة المستفيدين أو المزودين أو الملاك أو الشركاء. وتؤكِّد التقارير الدورية في مجال الحوسبة السحابية على تزايد الحاجة الماسة للمتخصصين القادرين على التعامل مع نماذج الخدمات الثلاثة (IaaS, PaaS, SaaS)، من حيث اختيار الأمثل منها، وآلية تخصيصها وتحريرها حسب الحاجة، وفهم آلية فوترة استخدامها، ومتابعة ومراقبة أدائها، والتدقيق على عملياتها. كما أنَّ لمطوري التطبيقات السحابية نصيبًا وافرًا من الحوسبة السحابية، حيث ظهرت أنماطٌ حديثة من التطبيقات متمثلة في التطبيقات التفاعلية المتنقلة، وتطبيقات تحليلات البيانات، وتطبيقات المنصات، وتطبيقات ذكاء الأعمال، والتي أوجدت العديد من الفرص الوظيفية، وأفسحت المجال لإبراز مهارات الابتكار والإبداع لديهم. أمَّا على مستوى منظمات تقنية المعلومات، فالفرص متاحة للعمل كمزودي خدمات سحابية من خلال استثمار البنى التحتية التقنية الموجود لديها، من تجهيزات وبرمجيات وكوادر بشرية مؤهلة.

٤/١١ التحديات العملية في الحوسبة السحابية:

كما هو الحال عند التحوُّل إلى استخدام أي تقنية جديدة، تبرز العديد من التحديات التي تتطلب إيجاد حلول مناسبة لها لضمان الحصول على الفوائد المرجوة منها. والحوسبة السحابية ليست استثناءً من هذه القاعدة، إذ يوجد العديد من التحديات العملية التي تظهر عند الانتقال من البيئة المحلية التقليدية إلى بيئة الحوسبة السحابية. فعلى سبيل المثال، قد يؤدي غياب إستراتيجية واضحة تُنظِّم عملية الانتقال إلى السحابة إلى فشل عملية التحوُّل بالكامل، مع تحمُّل المنظمة المستفيدة للأعباء المالية المترتبة على ذلك. ومن ناحية أخرى، تفرض الطبيعة الطبقية لبيئة السحابة (بيئة تحتية تقنية، ومنصات، وخدمات سحابية) عقباتٍ يصعب معها تحديد مصدر المشكلة عند حدوثها؛ وذلك للارتباط الوثيق بين طبقات البيئة السحابية. كذلك، تُلزِم خاصية الدفع مقابل الاستخدام للخدمات السحابية تحمُّل المسؤولية كاملةً على أحد طرفي اتفاقية مستوى الخدمة (المزود والمستفيد)، ما لم يتم إدارة ومراقبة تلك الخدمات بشكلٍ دقيق وموضوعي. كما أنَّ إمكانية وجود عدة مزودين للخدمات السحابية لمستفيد واحد تزيد من تحدي عملية التنسيق والتكامل بين خدمات جميع هؤلاء المزودين وتتبُّعها.

وعند الأخذ في الاعتبار أنَّ مسؤولية اتخاذ القرارات في كلِّ ما يتعلق بالتحوُّل إلى الحوسبة السحابية لا يقتصر فقط على فئة دون أخرى، بل تشمل المسؤولية ممثلين عن جميع الأطراف المعنية داخل المنظمة المستفيدة، فإنه يمكن النظر إلى التحديات العملية في الحوسبة السحابية من خلال بُعدين رئيسيين: يختص البُعد الأول بالجانب التنظيمي والإداري، في حين يختصُّ البُعد الثاني بالجانب التقني.

فمن الجانب التنظيمي والإداري، تزداد القابلية لتحقُّق الفشل لعملية التحوُّل عند غياب وجود إستراتيجية وأهداف مقنعة للتحوُّل إلى السحابة؛ لذا يبرز التحدي الأول في ضرورة النظر إلى عملية التحوُّل إلى السحابة كمشروع مستقل ذي أهداف عامة واضحة، وبتشكيل فريق عمل مؤهل يدير هذا المشروع، وبالالتزام بالفترة الزمنية المتاحة للتحوُّل، والالتزام بالميزانية المالية المحددة له، وضمان استمرار التواصل والتنسيق بين أصحاب المصلحة في هذا المشروع. كما أنَّ غياب الدعم الكافي من قِبَل الإدارة العليا في المنظمة يشكِّل تحدياً عملياً ثانياً لإنجاح مشروع التحول إلى السحابة؛ لذا ينبغي تقديم أهداف عملية مقنعة لقيادات المنظمة بضرورة القيام بالتحوُّل، والحصول على الالتزام الكافي بتوفير الموارد البشرية المؤهلة والمالية الكافية، وتعزيز الدعم لتذليل الصِعاب التي قد تؤدي إلى تأخير مشروع التحوُّل. ثالثاً، يؤدي غياب المركزية في التعامل مع الخدمات السحابية إلى تشتت الجهود الإدارية بين عدة أطراف داخل المنظمة الواحدة، وإلى إمكانية ارتفاع التكاليف المادية؛ نظراً لغياب التفاوض الموحَّد مع مزود الخدمات بغرض الحصول على تخفيضات باقات الخدمات، إن وُجدَت. لذا يُوصَى بتفعيل المركزية في التعامل مع الخدمات السحابية، والتنسيق بشكل مستمر مع الإدارة المختصة بإدارة تقنية المعلومات في المنظمة، فيما يخصُّ اقتناء وإطلاق الخدمات السحابية أو تغيير إعداداتها أو التوسُّع والانكماش في سِعاتها وكمياتها. يؤدي ذلك إلى توحيد الجهود وقصر التعامل مع مزود الخدمة السحابية من خلال قناة اتصال واحدة فقط، كما يؤدِّي إلى منع استخدام نفس الخدمة في أكثر من إدارة في المنظمة الواحدة، وضمان مواءمة الخدمات وإعداداتها مع أهداف المنظمة العامة. ويتمثل التحدي الرابع في ضرورة ضبط ومتابعة التكاليف المالية المرتبطة باستخدام الخدمات السحابية؛ لذا يُوصَى باستخدام نموذج عملي يوضِّح التكاليف المالية قبل إطلاق الخدمة السحابية وبعدها، وتعريف مؤشرات أداء لمراقبة هذه التكاليف. كما يُوصَى باستخدام أداة قياس آلية ضمن نطاق الحل السحابي الشامل؛ لتسهيل عملية المتابعة والمراقبة المستمرة للتكاليف المالية. وفي السياق ذاته، يجب ألا تُغفَل مهام المراقبة والتدقيق على مدى التزام

المزود بتقديم الخدمة وفقاً لبنود اتفاقية مستوى الخدمة (SLA)، والذي يمكن تحقيقه من خلال مراقبة مؤشرات أداء مناسبة للخدمة بشكل مستمر ودوري، ومن خلال إجراء عملية التدقيق الرسمي بواسطة المستفيد نفسه، أو بواسطة طرف خارجي ثالث. وأخيراً، يتمثل التحدي الخامس في ضرورة التحقُّق والإشراف المستمر على تطبيق الأنظمة واللوائح ذات الصلة بطبيعة النشاط الممارس، وذات الصلة بأنظمة الدولة المستضيفة للخدمة السحابية والمستضيفة للمنظمة المستفيدة، إذ لا تسمح بعض الدول أن يتم استضافة التطبيقات أو البيانات في بيئة سحابية يملكها طرفٌ ثالثٌ خارج حدود الدولة؛ لذلك يُوصَى أن يكون الخيار الأول للمنظمة المستفيدة في حال رغبت في الاستعانة بمزود خدمة لسحابة عامة، بحيث تكون الدولة التي تتواجد فيها السحابة العامة هي الدولة ذاتها التي تتواجد فيها المنظمة المستفيدة؛ تجنُّباً للوقوع في مشاكل قانونية تتعلق باحتمالية الإخلال بسرية وحماية بياناتها. والقاعدة العامة في هذا الشأن تنصُّ على أنَّ مراكز البيانات في دولة ما تخضع لقوانين وتشريعات نفس الدولة.

ومن الجانب التقني، تتمثل أكثر التحديات العملية في ارتباط الخدمات السحابية واعتمادها كلياً على الاتصال بالإنترنت، فعند فقدان الاتصال بها يتم فقدان الاتصال بالسحابة تماماً، وبالتالي يتعذر الوصول إلى البيانات والتطبيقات السحابية. هذه النقطة الرئيسية تمثِّل تحدياً ليس فقط على المستفيد من الخدمات السحابية، بل أيضاً تشكِّل تهديداً لمزود الخدمات؛ كون فقدان الاتصال بالإنترنت يعيق إيصال خدماته إلى العملاء. نستعرض فيما يلي سبعة من أبرز التحديات التقنية في الحوسبة السحابية، والتي تشمل: التحديات الأمنية، ومحدودية إمكانية التنقل بين مزودي الخدمات السحابية، وتذبذب جودة الخدمة السحابية، وعملية اكتشاف ومتابعة الأخطاء في الأنظمة الموزعة الضخمة، والتحديات العملية المتعلقة بأعمال وإجراءات الخدمات السحابية، وانخفاض مستوى التحكم في الموارد التقنية على السحابة، والمشاكل العملية المرتبطة بالتشغيل المشترك بين السحابات.

- التحديات الأمنية: يقتضي نقل البيانات والتطبيقات الخاصة بالمستفيد ليتم تخزينها وتشغيلها على السحابة العامة ضرورة أن تصبح المسؤولية الأمنية عن البيانات والتطبيقات عملية مُشتركة بين كلٍّ من المستفيد والمزود. وبشكل عام، فإنَّ استخدام الموارد السحابية والتعامل معها عن بُعد يتطلب زيادة الثقة المتبادلة بين المستفيد والمزود حتى يتم تشغيل الموارد السحابية بنجاح، كما يتطلب توظيف نموذج أمني

يأخذ في الاعتبار تطبيق السياسات والإجراءات الأمنية التي يتم الاتفاق عليها. وحيث إنَّ مزود الخدمة لا يقتصر تعامله على مستفيد واحد فقط، بل يشمل عدة مستفيدين، من خلال توظيف قدرات المورد السحابي الواحد لخدمة أكثر من مستفيد؛ فإنَّه من المتوقع حدوث تداخل بين تلك السياسات والإجراءات الأمنية الخاصة بكل المستفيدين، الأمر الذي قد يعرّض البيانات والتطبيقات للانكشاف للآخرين؛ لذا ينبغي على مزود الخدمة توفير آلية أمنية تتسع للمتطلبات الأمنية لكل المستفيدين، من خلال توظيف القدرات والإمكانات التي تتيحها التقنية الافتراضية، كما تمَّ التطرق إلى ذلك في الفصل السابع من هذا الكتاب.

- محدودية إمكانية التنقل بين مزودي الخدمات السحابية: يؤدي القصور في وجود معايير مُتفَق عليها على مستوى مزودي الخدمات السحابية إلى الحدِّ من إمكانية نقل تطبيقات وبيانات المستفيد من مزود إلى آخر؛ الأمر الذي قد يشكِّل تحدياً بالنسبة للمستفيد. إنَّ استمرار المستفيد مع مزود معين يعني أن حلوله التطبيقية وبياناته قد تمَّ تخصيصها بما يتناسب تماماً مع البيئة التقنية التي يوفرها ذلك المزود المستضيف. لذا فإنه حتى يتمكَّن المستفيد من نقل بياناته وتطبيقاته إلى مزود آخر، لا بُدَّ أن يوفِّر ذلك المزود الآخر بيئةً تقنية متطابقة مع تلك الموجودة لدى المزود الأول، الأمر الذي يُعدُّ نادرَ الحدوث. وقد يبدو الأمر جاذباً بالنسبة لمزود الخدمة؛ كونه يضمن استمرارية عميله معه، إلا أنه يبدو مؤرِّقاً للمستفيد عند وقوع مشاكل أو أخطاء لا يُحتمل استمرارها من المزود، والأسوأ هو إمكانية توقف المزوِّد عن العمل وخروجه من سوق الحوسبة السحابية لأي سبب من الأسباب.

- تذبذب جودة الخدمة السحابية: تُعتبَر جودة الخدمة المقدمة أحد أهم العوامل المثيرة لاهتمام المنظمات المستفيدة قبل وأثناء تشغيل الخدمات السحابية، إذ تشعر تلك المنظمات أنَّ ضمانات اتفاقية مستوى الخدمة (SLA) قد لا تكون كافيةً لتحقيق متطلبات تشغيل الخدمات على السحابة، خصوصاً عندما يتعلق الأمر بمستوى الإتاحة، والموثوقية، والأداء، والمرونة. وعلى الرغم من هذا التحدي العملي الحرج، تؤكد الدراسات الاستشارية على استمرار التوجُّه نحو تبنّي الخدمات السحابية أملاً في الاستفادة من قدرات الحوسبة السحابية وتحسُّن جودة الخدمات مستقبلاً. ففي الدراسة المسحية لشركة جي بي مورقان (J. P. Morgan) التي أُجريت في مايو ٢٠١٦م

وشملت كبار قادة تقنية المعلومات في شركات كبرى، تشير التوقعات إلى أن يصل نقل التطبيقات إلى السحابة العامة في عام ٢٠٢٠م إلى ٤١,٦% صعوداً من ١٦,٢% في ٢٠١٦م. لذا ينبغي على المستفيد قبل الشروع في صياغة اتفاقية مستوى الخدمة السعي إلى الحصول على إجابات تتعلق بماهية ونوعية خصائص ومقاييس كل خدمة سحابية على حِدَة؛ كخاصية إتاحة الخدمة، وخاصية موثوقية الخدمة، وخاصية أداء الخدمة، وخاصية مرونة الخدمة (القابلية للتوسُّع والانكماش)، وخاصية مرونة تعافي الخدمة في حال حدوث الأعطال، ومن ثَمَّ إدراج هذه الخصائص والمقاييس ضمن بنود اتفاقية مستوى الخدمة، والاستمرار في متابعة ومراقبة مستويات هذه الخصائص والمقاييس، ومطالبة المزود الالتزام بمستويات الجودة في حال تذبذب الخدمة أو تعطلها أو انخفاض مستوى أدائها.

- اكتشاف ومتابعة الأخطاء في الأنظمة الموزعة الضخمة: يتمثل أحد التحديات المعقدة في الحوسبة السحابية في اكتشاف ومتابعة الأخطاء ومن ثمَّ إزالتها من الأنظمة الضخمة، وبالذات الموزعة منها في أكثر موقع جغرافي. ومما يزيد الأمر تعقيداً أن هذه الأخطاء يصعب محاكاتها في بيئة مشبهة تكون أصغر في الحجم؛ لذلك فإن عملية تتبُّع الأخطاء يجب أن تتم في البيئة الإنتاجية نفسها، الأمر الذي يمكن أن يشكِّل تحدياً عملياً لمتطلبات التطبيقات الإلكترونية أثناء عملها.

- التحديات العملية المتعلقة بأعمال وإجراءات الخدمات السحابية، والتي تتمثل في: (١) مشاركة نفس المصير والسمعة (بسبب مشاركة الموارد السحابية بالنسبة للمستفيدين، وكذلك الحال بالنسبة للمزودين عند الاستعانة بموارد تقنية من خارج حدود السحابة)، وفي (٢) تراخيص البرمجيات، إذ ينحصر استخدام رخص البرمجيات في الغالب على عدد محدود من المستخدمين، وفي حال الرغبة في التوسُّع في استيعاب أعداد أكبر من المستخدمين، يلزم الدفع مقابل كل مستخدم. لذلك يعمد الكثير من المزودين والمستفيدين إلى استهداف البرمجيات مفتوحة المصدر متى ما كان الأمر متاحاً.

- انخفاض مستوى التحكم في الموارد التقنية على السحابة: حيث يبرز هذا التحدي بالذات على المستوى السحابة العامة، إذ يختص مزود الخدمة بمهام الإدارة والتشغيل والتحكم في موارد السحابة بشكل عام، وفي البيانات على وجه التحديد؛ الأمر الذي قد يشكِّل هاجساً عملياً للمستفيد عند الحاجة لمتابعة أو إجراء تغييرات على إعدادات

تطبيقاته وبياناته. وعلى الرغم من ذلك، يمكن تخفيف هذه الهواجس من خلال بنود اتفاقية مستوى الخدمة (SLA)، والرقابة والتدقيق المستمرين عليها.

- المشاكل العملية المرتبطة بالتشغيل المشترك بين السحابات: تقوم فكرة التشغيل المشترك بين السحابات على ربط أكثر من سحابة من خلال قنوات اتصال مناسبة؛ بغرض زيادة الطاقة الاستيعابية لكل سحابة، وزيادة تنوُّع الخدمات والتقنيات المتاحة، وتحسين قابلية العمل المشترك بين السحابات، وتسهيل عملية التنقل بين مزودي السحابات. ومع تطبيق عملية الربط بين السحابات، قد تبرز العديد من المشاكل المتعلقة بتوافقية تشغيل الأنظمة والتطبيقات غير المتجانسة، وبصيغ وهيكلية البيانات المتناقلة بين السحابات.



الفصل الثاني عشر

حالات تطبيقية من داخل المملكة العربية السعودية وخارجها

١/١٢ مقدمة:

نستعرض في هذا الفصل مجموعةً من التجارب المحلية الناجحة في المملكة العربية السعودية، وكذلك الدولية، والتي تسلِّط الضوء على أفضل الممارسات المتعلقة باستخدام تقنية الحوسبة السحابية. محلياً، على الرغم من حداثة عهد دخول هذه التقنية إلى المملكة، إلا أن هناك تجارب جيدة ومحفِّزة على مستوى القطاع الحكومي والقطاع الخاص. ففي القطاع الحكومي، ضمّنت وزارة الاتصالات وتقنية المعلومات ممثلةً في برنامج التعاملات الإلكترونية الحكومية (يسّر) الحوسبة السحابية كإحدى مبادراتها المستقبلية في الخطة التنفيذية الثانية للتعاملات الإلكترونية الحكومية (١٤٣٣-١٤٣٧هـ)، وشرعت في إنشاء ما يُسمَّى بالسحابة الإلكترونية الحكومية رغبةً في تشجيع الجهات الحكومية على الاستفادة من الإمكانيات والخدمات التي تقدِّمها السحابة الحكومية، ولتحسين عوامل الكفاءة والإنتاجية والمرونة. كما شرع معهد الإدارة العامة في تطبيق نموذج البرمجيات كخدمة (SaaS) من خلال إتاحة بعض الخدمات السحابية للدارسين في برامجه الإعدادية. إضافةً إلى ذلك، أطلقت جامعة الملك عبد العزيز، في عام ١٤٣٧هـ، مشروع "السحابة الحاسوبية" الذي يختصُّ بتقديم عدة خدمات موجهة للمستفيدين، وذلك استكمالاً للبنية التحتية الخاصة بأنظمة الجامعة عبر عدة مراحل، وتعتبر الجامعة من أوائل الجامعات في تطبيق هذه التقنية على مستوى دول الخليج والشرق الأوسط. وطبَّقت جامعة الإمام محمد بن سعود الإسلامية نموذج السحابة الهجينة (hybrid cloud) الذي يتيح ربط مركز بياناتها (السحابة الخاصة) بالخدمات السحابية الخارجية (سحابة عامة) لتعزيز القدرات التقنية الداخلية. أما على مستوى القطاع الخاص، فيبرز دور كلٍّ من شركتي الاتصالات السعودية (STC) وموبايلي (Mobily) كمزودين لخدمات الحوسبة السحابية. وبشكل عام، تقدِّم الشركتان حلولاً لبناء البنية التحتية الخاصة بخدمات الحوسبة السحابية، بحيث توفِّر لعملائهما القدرة على إدارة بياناتهم المستضافة مثل الخدمات والبرامج، وفقاً لاحتياجات العميل والأعمال. كما تطرح كلٌّ من الشركتين باقاتٍ من خدمات الحوسبة السحابية من خلال مراكز بيانات متعددة

بغرض تمكين العملاء من الحصول على رد سريع ومتجاوب لمتطلبات الأعمال الخاصة بالعملاء، إضافة إلى توفير إدارة وفعالية أكثر للتكاليف التشغيلية. ويستعرض هذا الفصل بعض الخدمات السحابية التي توفِّرها كلٌّ من هاتين الشركتين. ويُختتَم هذا الفصل باستعراض بعض التجارب الدولية في هذا الشأن من خلال الاطلاع على مصادر متعددة عبر البحث المكتبي واستخدام شبكة الإنترنت.

٢/١٢ حالات تطبيقية من داخل المملكة العربية السعودية:

ينال قطاع الاتصالات وتقنية المعلومات اهتماماً كبيراً من قِبَل حكومة المملكة العربية السعودية، إذ تسعى وزارة الاتصالات وتقنية المعلومات من خلال هيئة الاتصالات وتقنية المعلومات، كجهة منُظِّمَة للقطاع، إلى سنِّ التنظيمات واللوائح بهدف تقديم خدمات متطورة وموثوق بها في جميع أنحاء المملكة. وعلى الرغم من حداثة عهد دخول تقنية الحوسبة السحابية إلى المملكة، إلا أنَّ هناك تجاربَ جيدةً ومحفّزة على مستوى القطاعين الحكومي والخاص. فعلى مستوى القطاع الحكومي، يتم استعراض جهود وتجارب (٤) جهات حكومية تيسَّر للمؤلف الحصول على معلومات عن تنظيمها أو استخدامها لخدمات الحوسبة السحابية، سواءً عبر التواصل المباشر مع الجهة أو من خلال تجميع وتصنيف معلومات عن الجهة من خلال بواباتها الإلكترونية. أما على مستوى القطاع الخاص، فيتم استعراض الأدوار التي تقوم بها كلٌّ من شركتي الاتصالات السعودية (STC)، وموبايلي (Mobily)، كمزودين لخدمات الحوسبة السحابية.

١/٢/١٢ القطاع الحكومي:

سعياً إلى جَمْع معلومات موثَّقَة عن تجارب بعض الجهات الحكومية في استخدام تقنية الحوسبة السحابية، تمَّ إعداد واستخدام نموذج مختصر، (انظر الملحق رقم ٣)، على هيئة استبانة تحتوي على تعريفات أساسية عن الحوسبة السحابية، ومعلومات أساسية عن الجهة (اسم الجهة، وتاريخ البدء الفعلي لاستخدام أول خدمة سحابية، والاستفسار عن مواكبة استخدام الخدمات السحابية لخطة تقنية المعلومات في الجهة، وعدد خدمات الحوسبة السحابية المرتبطة بها حالياً، وعدد الخدمات السحابية المفعَّلة، والاستفسار عن توجُّه الجهة في التوسُّع مستقبلاً في استخدام خدمات الحوسبة السحابية)، ومعلومات عن الخدمات السحابية التي تستخدمها الجهة (اسم الخدمة السحابية، ووصف الخدمة السحابية، واسم

مزود/ المستفيد من الخدمة السحابية، وتاريخ البدء الفعلي لاستخدام الخدمة السحابية، ومدى تكامل الخدمة السحابية مع خدمات إلكترونية أخرى في الجهة).

تمَّ إرسال النموذج مشفوعاً بخطاب طلب المشاركة، الذي يوضِّح معلومات أساسية عن الكتاب وأهدافه، إلى (٧) جهات حكومية، أبدت (٤) منها تعاوناً مشكوراً وتجاوباً سريعاً، وهذه الجهات هي: برنامج التعاملات الإلكترونية الحكومية-يسِّر، ومعهد الإدارة العامة، وجامعة الملك عبد العزيز، وجامعة الإمام محمد بن سعود الإسلامية. إضافةً إلى ذلك، تمَّ جَمْعُ وتصنيف بعض المعلومات عن الأنظمة والتشريعات التي تنظِّم قطاع الاتصالات وتقنية المعلومات في المملكة من خلال البوابة الإلكترونية لكلٍّ من وزارة الاتصالات وتقنية المعلومات، وهيئة الاتصالات وتقنية المعلومات. نستعرض فيما يلي وصفاً لتوظيف خدمات الحوسبة السحابية من قِبَل الجهات الحكومية المشاركة.

- **وزارة الاتصالات وتقنية المعلومات:**

وزارة الاتصالات وتقنية المعلومات السعودية (www.mcit.gov.sa) هي الجهة المسؤولة عن جميع وسائل الاتصال وتقنية المعلومات في المملكة العربية السعودية، ويتمثل هدفها الرئيسي في التنظيم والإشراف على قطاع الاتصالات وتقنية المعلومات، ووضع الخطط التطويرية لهذا القطاع وتنفيذها. وفي سبيل قيام الوزارة بمهامها، تقوم هيئة الاتصالات وتقنية المعلومات (www.citc.gov.sa)، وهي جهة مستقلة مالياً وإدارياً ويرأس مجلس إدارتها معالي وزير الاتصالات وتقنية المعلومات، على تنظيم قطاع الاتصالات بهدف تقديم خدمات اتصالات متطورة وموثوق بها في جميع أنحاء المملكة من قِبَل الشركات التي يتم الترخيص لها وَفق النظام، كما تقوم الهيئة بالمهام ذات العلاقة بتقنية المعلومات؛ فعلى سبيل المثال لا الحصر، تقوم بتنفيذ السياسات والخطط المعتمدة، واقتراح الأنظمة المتعلقة بتقنية المعلومات والعمل على اعتمادها، وإصدار التراخيص اللازمة في مجال تقنية المعلومات، والتنسيق مع الجهات الحكومية فيما يتعلق بالترتيبات اللازمة للتحوُّل إلى الحكومة الإلكترونية، وغيرها من المهام الأخرى. كما يقوم برنامج التعاملات الإلكترونية الحكومية (يسّـر) (www.yesser.gov.sa)بالإشراف على تطبيق التعاملات الإلكترونية الحكومية والتحوُّل إلى مجتمع المعلومات.

وقد قامت هيئة الاتصالات وتقنية المعلومات، كجهة مُنظِّمَة في مجالها، بطرح وثيقة لمشروع يستقصي مرئيات أصحاب المصلحة من المستفيدين وشريحة العموم بشأن تنظيم الحوسبة السحابية بالمملكة في عام ١٤٣٧هـ. ويهدف هذا المشروع إلى بحث وتقييم التجارب الدولية وآليات الرقابة والتحكم في المعايير والتوجهات والممارسات الخاصة بها وبمقدمي الخدمات، وإعداد الأطر التنظيمية لتنظيم خدمات الحوسبة السحابية، وجعل المملكة محورَ ارتكاز لهذه الخدمات في منطقة الشرق الأوسط. كما تنصُّ وثيقة المشروع على أنَّ أهداف تنظيم الحوسبة السحابية تكمن في: توفير الوضوح والشفافية بما يضمن حقوق والتزامات كلٍّ من مقدمي ومستخدمي خدمات الحوسبة السحابية، ووَضْع أُسس تنظيمية واضحة لإدارة المخاطر على أمن المعلومات المحتملة المرتبطة باستخدام خدمات الحوسبة السحابية، وتشجيع تطوير جودة خدمات الحوسبة السحابية، وتشجيع الاستثمار في صناعة الحوسبة السحابية المحلية. وتأتي الحاجة ماسةً لاعتماد وتطبيق تنظيم الحوسبة السحابية؛ كونه لا يوجد نظام أو تنظيم خاص بالحوسبة السحابية في المملكة، لكن هناك عددٌ من الأنظمة والتنظيمات العامة ذات الأثر المباشر على الحوسبة السحابية، مثل: نظام الاتصالات، وقرار مجلس الوزراء الموقر رقم (١٣٣) في ١٤٢٤/٥/٢١هـ، الذي وسَّع مهام وصلاحيات هيئة الاتصالات وتقنية المعلومات لتشمل تقنية المعلومات، واللائحة التنفيذية لنظام الاتصالات، ونظام التعاملات الإلكترونية، ونظام مكافحة الجرائم المعلوماتية، وضوابط استخدام الحاسب الآلي وشبكات المعلومات.

من جانب آخر، تُحدِّد وثيقة المشروع إطاراً تنظيمياً لتنظيم الحوسبة السحابية، حيث يشتمل هذا الإطار على: (١) تعريف نطاقه، و(٢) ومتطلبات الترخيص (والتسجيل)، و(٣) أمن المعلومات، و(٤) حماية بيانات المستخدم، و(٥) المحتوى المخالف نظامياً والملكية الفكرية، و(٦) عقود خدمات الحوسبة السحابية والحد الأدنى للبنود والأحكام الإلزامية (SLA)، و(٧) حماية المستهلك وشروط العقد غير العادلة، و(٨) معايير الجودة، و(٩) تنظيم المحتوى، و(١٠) صلاحيات هيئة الاتصالات وتقنية المعلومات فيما يتعلق بخدمات الحوسبة السحابية. فعلى سبيل المثال، ينحصر نطاق الإطار التنظيمي للحوسبة السحابية في خدمات الحوسبة السحابية المقدمة داخل حدود المملكة، بغض النظر عن المواقع الجغرافية التي تكون فيها الخوادم أو مراكز البيانات التي من خلالها يتم تقديم خدمات الحوسبة السحابية في المملكة، أو الاختصاصات التي يعمل بموجبها مقدمو الخدمات. إضافةً إلى ذلك، تنطبق أحكام الإطار التنظيمي على تقديم خدمات الحوسبة السحابية من بنيات تشغيلية واقعة

داخل حدود المملكة حتى وإن كان مستخدم الحوسبة السحابية مقيماً أو له عنوان في الخارج. أما فيما يتعلق بالتراخيص، فحتى يتمكن مقدمو الخدمات السحابية من ممارسة أعمالهم داخل المملكة، يلزم أن يتم التسجيل في الهيئة والحصول على التراخيص المناسبة لطبيعة الخدمات السحابية المقدمة (ترخيص تشغيل وخدمات، أو ترخيص خدمات، أو دون ترخيص). وللحصول على وثيقة مشروع تنظيم الحوسبة السحابية، يمكن الدخول إلى البوابة الإلكترونية لهيئة الاتصالات وتقنية المعلومات، والاطلاع على تفاصيل أكثر من الوثيقة التي تقع في ٧٥ صفحة.

وفي السياق ذاته، يُقدِّم برنامج التعاملات الإلكترونية الحكومية (يسّر) مبادرة السحابة الإلكترونية الحكومية كإحدى المبادرات في الخطة التنفيذية الثانية للتعاملات الإلكترونية الحكومية تحت مسار البنية التحتية. وتُقدِّم هذه المبادرة للقطاعات الحكومية خدمات جاهزة ذات فعالية واعتمادية وأمنية عالية، سواءً من ناحية البنية التحتية أو منصات التكامل والربط البيني أو التطبيقات الوطنية المشتركة. ويتم النظر إلى الخدمات السحابية التي تقدِّمها هذه المبادرة من خلال مجموعة من الخصائص، وهي: أن تكون الخدمة السحابية ذاتية دون تدخل بشري، وضمن قائمة ثابتة ومعرفة من الخدمات، ومن خلال واجهة قياسية لطلب الخدمة ومتابعتها، ومعتمدة على تجميع الموارد، ومرنة وسريعة، وذات مؤشرات أداء خاضعة لاتفاقية مستوى الخدمة (SLA). وتهدف هذه المبادرة إلى تأسيس سحابة إلكترونية حكومية لتقديم الخدمات المشتركة للقطاعات الحكومية عبر بيئة ذات فاعلية واعتمادية وأمنية عالية. وتشمل المبادرة تعزيز ما تمَّ إنجازه، وإكمال ما بقي للخدمات السحابية على مسارات البنية التحتية والمنصات والتطبيقات، على أن تنطبق عليها الخصائص المذكورة سابقاً. وفيما يلي يتم استعراضُ قائمة بالخدمات والمنصات والتطبيقات المستهدفة في هذه المبادرة:

أولاً-مسار البنية التحتية كخدمة (IaaS)، ويشمل:

- مركز بيانات التعاملات الإلكترونية الحكومية.
- خدمات الربط الشبكي الآمن (وتُسمَّى الشبكة الحكومية الآمنة -GSN).
- خدمات التعافي من الكوارث.
- خدمات الاستضافة المؤقتة والدائمة.

- خدمات الصوت والصورة.

ثانياً-مسار المنصات كخدمة (PaaS)، ويشمل:

- خدمات منصة الهيكلية المؤسسية.
- خدمات منصة التكامل (وتُسمَّى قناة التكامل الحكومية -GSB).
- خدمات منصة إدارة الإستراتيجية.
- خدمات منصة التواصل (ويُسمَّى بنظام الرسائل النصية الحكومية-تراسل).
- خدمات منصة إدارة المشاريع.
- خدمات منصة تطوير النظم.
- خدمات منصة إدارة الخدمات.
- خدمات منصة دعم الخدمات (ويُسمَّى مركز الاتصال الوطني -آمر).

ثالثاً-مسار التطبيقات الوطنية المشتركة كخدمة (SaaS)، ويشمل:

- نظام المراسلات الموحَّد (ويُسمَّى بنظام المراسلات الحكومية الإلكتروني – مراسلات).
- نظام المشتريات الموحَّد (ويُسمَّى بمشروع المشتريات الحكومية الإلكترونية).
- نظام تقديم الجامعات الموحَّد.
- نظام إدارة الموارد (ويُسمَّى بنظم تخطيط الموارد الحكومية (موارد) -GRP).
- نظام إدارة علاقات العملاء.
- نظام المعلومات الجغرافية (GIS).
- تطبيق التعاملات الإلكترونية الحكومية المتنقلة (معاك).

الجدير بالذكر أن العمل لا يزال جارياً لإنجاز بعض هذه الخدمات والمنصات والتطبيقات من قِبل برنامج يسّر للتعاملات الإلكترونية الحكومية، بيد أنه تمَّ إنجاز بعضها، حيث تمَّ تشغيل الخدمات التالية:

أولاً-مسار البنية التحتية كخدمة (IaaS)، ويشمل:

- مركز بيانات التعاملات الإلكترونية الحكومية.

تمَّ تأسيس مركز التعاملات الإلكترونية الحكومية وفقاً لأعلى المواصفات الفنية والأمنية لتشغيل الأنظمة الوسيطة والتطبيقات الإلكترونية الوطنية المشتركة، التي تسهل تناقل وتكامل البيانات بين الأجهزة الحكومية؛ مما يساعد في تبسيط تقديم الخدمات الإلكترونية الحكومية. ويُعدُّ هذا المركز أحد مشاريع البنية التحتية التي يشرف عليها برنامج يسِّر، وأحد المشاريع الرئيسية التي يعتمد عليها البرنامج كحلقة وصل بين مراكز الحاسب الآلي في الجهات الحكومية المختلفة. وقد روعي أن يوفِّر المركز أحدثَ المكونات من التقنيات والحلول في برامج وأجهزة ووحدات تخزين، وقابلية التطوير والتوسُّع لتلبية احتياجات النمو المستقبلي، مع توفير الوسائل البديلة لكل مكوناته لضمان استمرارية الخدمة بعدم انقطاعها أو ضمان جودتها. ويعتبر المركز أحد ثلاثة مراكز موزَّعة في عدة مدن داخل المملكة لضمان المحافظة على جميع الخدمات الإلكترونية الحكومة ومعلوماتها ضد أي تهديدات محتملة أو كوارث؛ نظراً لأهمية هذا المركز الذي يعتبر وعاءً لجميع مكونات وعناصر ومشاريع البنية التحتية لبرامج التعاملات الإلكترونية الحكومة. ويوفِّر المركز جميع المتطلبات الضرورية لاستمرار عمله من خلال اعتماده على موارد ذاتية، بما فيها مصادر الطاقة المتعددة، ومصادر الطاقة غير المتقطعة، ومولد كهربائي، ولوحات توزيع الطاقة، ونظام أمني بيولوجي لمراقبة الدخول، وكاميرات فيديو، وأجهزة كشف الحركة، ونظام رصد تسرُّب المياه، ومسجل درجات الحرارة، وخطوط نقل البيانات الخاصة بمزودي الخدمة عالية السعة، وتجهيزات الشبكة الداخلية، وكبائن حفظ الخوادم والأرضيات البارزة. كما يضمُّ

المركز جميعَ المكونات النشطة لشبكات البنية التحتية، والجدران النارية متعددة الطبقات، وأجهزة موازنة الأحمال، ووسائط التخزين المعلوماتية، والربط بشبكة الإنترنت، والربط بشبكة التعاملات الإلكترونية الحكومية الآمنة (GSN)، ونُظم الرصد والمراقبة والمساعدة، ونظم البريد الإلكتروني، ونظم التوثيق، ونظم أسماء النطاقات، وقواعد البيانات، ونظم الدعم الفني، وموقع البرنامج، والبوابة الوطنية للتعاملات الإلكترونية الحكومية، وقناة التكامل الحكومية (GSB).

- خدمات الربط الشبكي الآمن (الشبكة الحكومية الآمنة -GSN).

الشبكة الحكومية الآمنة عبارة عن شبكة اتصالات خاصة بالتعاملات الإلكترونية الحكومية. وتقوم هذه الشبكة بربط الجهات الحكومية بمركز بيانات التعاملات الإلكترونية الحكومية (يسِّر)، الذي تمَّ تأسيسه على أعلى المواصفات الفنية والأمنية لاستخدامه في استضافة البوابة الوطنية للتعاملات الإلكترونية الحكومية "سعودي"، واستضافة موقع برنامج التعاملات الإلكترونية الحكومية (يسِّر). وتُمكِّن هذه الشبكة مركز التعاملات الإلكترونية الحكومية من أن يكون حلقة وصل بين الجهات الحكومية، بحيث يتم توحيد آلية الارتباط بين الجهات وتُختصر تكلفتها. وتكمن أهداف الشبكة الحكومية الآمنة (GSN) في توحيد آلية الارتباط بين الجهات بدرجة عالية من الكفاءة والاعتمادية، وتوفير سرعات نقل عالية للبيانات، وتوفير وسيط سري وآمن لنقل البيانات، وتسهيل التوسُّعة المستقبلية وفقاً لاحتياجات كل مرحلة، وإتاحة إمكانية نقلها لأي شكل من أشكال البيانات بين الجهات الحكومية. وهناك أربعة معايير يجب تحقُّقها لكي يتم ربط الجهة الحكومية بالشبكة الحكومية الآمنة (GSN)، وهي: أن تكون الجهة الحكومية ذات ميزانية مستقلة، أو أن تقدِّم الجهة الحكومية خدمات إلكترونية حكومية من خلال قناة التكامل، أو أن تكون الجهة الحكومية مستفيدة من الخدمات الإلكترونية الحكومية المقدَّمة من خلال قناة التكامل الحكومية (GSN)، أو أن تكون الجهة الحكومية مُقدِّمة لخدمات

إلكترونية حكومية مباشرة، من غير أن تكون مرتبطة بقناة التكامل الحكومية (GSN)، ولكن خدماتها ملزمة لجميع الجهات الحكومية الأخرى بموجب النظام.

ثانياً-مسار المنصات كخدمة (PaaS)، ويشمل:

- خدمات منصة التكامل (قناة التكامل الحكومية -GSB).

تهدف قناة التكامل الحكومية (GSB) إلى تفعيل عملية الارتباط وتبادل البيانات الحكومية المشتركة بين مختلف الجهات المرتبطة بالقناة. وتلعب القناة دوراً محورياً في تمكين الأعمال والتقنية لتكامل الجهات الحكومية السعودية فيما بينها؛ وذلك نظراً لأنَّ طبيعة الخدمات الحكومية تفرض الموثوقية العالية التي تقتضي التكامل والترابط بين الكثير من الجهات من أجل تنفيذ خدمة حكومية ما. ويمكن للجهات الحكومية الارتباط بهذه لقناة؛ إما كجهة مزودة للخدمات والبيانات التي يتمُّ تقديمها عبر القناة لتستفيد منها جهات أخرى، أو أن ترتبط الجهة بالقناة كجهة مستفيدة بغرض الوصول الموثوق للبيانات والخدمات الحكومية التي تقدمها الجهات المزودة. ويتحقق للجهات المرتبطة بالقناة العديدُ من الفوائد التي منها: مساعدة الجهات الحكومية على بناء خدمات إلكترونية متكاملة، وارتفاع مستوى الجودة للخدمات المقدمة عبر القناة من ناحية جودة الأداء والموثوقية والاعتمادية العالية، والحصول على بيانات محدَّثة بشكل مستمر، وقصر ارتباط الجهة الحكومية بالجهات الحكومية الأخرى على قناة اتصال واحدة بدلاً من عدة قنوات، وتقليل دورة حياة تطوير الخدمات الإلكترونية، وانفتاح الخدمات المقدَّمة من الجهة الحكومية إلى جميع القطاعات الحكومية.

- خدمات منصة التواصل (نظام الرسائل النصية الحكومية -تراسل).

عبارة عن منصة إلكترونية لإعداد وتبادل الرسائل النصية القصيرة بين الجهات المستفيدة. وتمثل هذه المنصة إحدى الخدمات التي أطلقها

برنامج التعاملات الإلكترونية الحكومية لزيادة فعالية التواصل والتفاعل فيما بين الجهات الحكومية من جهة، والمستفيدين مما تقدِّمه تلك الجهات من خدمات للأفراد والمنشآت من جهة أخرى. وتهدف هذه الخدمة إلى تقديم خدمات الرسائل النصية القصيرة وفق أفضل المواصفات الفنية والأمنية، بما يضمن توفير وسيلة فعَّالة وسهلة وآمنة وسريعة للتواصل، فضلاً عن توفير قناة متطورة وآمنة للاستفادة من هذه المنصة.

- خدمات منصة دعم الخدمات (مركز الاتصال الوطني-آمر).

مركز الاتصال الوطني (آمر) عبارة عن مركز اتصال ودعم موحد للجهات الحكومية عبر عدد من القنوات المختلفة، ويعمل وفق أفضل المواصفات الفنية والأمنية، ويسهم في تحقيق الأهداف الإستراتيجية للتعاملات الإلكترونية الحكومية بالمملكة. ويقدم هذا المركز خدمة الرد على استفسارات الجمهور والمستفيدين من التعاملات الإلكترونية الحكومية، وتقديم الدعم وتوفير المعلومات فيما يتعلق بالخدمات والتعاملات الإلكترونية المقدَّمة من الجهات الحكومية للمستفيدين. ويخدم هذا المركز جميعَ المستفيدين الذين يستخدمون الخدمات الإلكترونية الحكومية، ويعتمد على مختلف قنوات الاتصال للتواصل مع المستفيدين، ومن ذلك: (الهاتف، البريد الإلكتروني، الموقع الإلكتروني، الرسائل النصية (SMS)، بالإضافة إلى الفاكس والشبكات الاجتماعية، وغيرها من وسائل التواصل الفعالة مع المجتمع)؛ وذلك من أجل سرعة تقديم الاستشارات والمساعدة، وتقديم الدعم الفني للمستفيدين والتواصل معهم بأكثر من طريقة.

ثالثاً-مسار التطبيقات الوطنية المشتركة كخدمة (SaaS)، ويشمل:

- نظام المراسلات الموحَّد (نظام المراسلات الحكومية الإلكتروني – مراسلات).

نظام المراسلات الموحد (مراسلات) عبارة عن نظام إلكتروني وطني موحَّد للمراسلات الحكومية، حيث يمثِّل منصةً إلكترونية تشمل جميع الجهات الحكومية من أجل إعداد المراسلات والوثائق وتبادلها وتخزينها وتتبُّعها واسترجاعها. وتأتي الحاجة إلى هذه المنصة نتيجةً للتطور الحاصل في المسيرة التنموية التي تعيشها المملكة العربية السعودية، وما يصاحب ذلك من نشوء عدد من الجهات الحكومية المستقلة كالهيئات وغيرها؛ الأمر الذي أدَّى بطبيعة الحال إلى زيادة عدد المراسلات بين تلك الجهات الحكومية، ما بين مراسلات صادرة وأخرى واردة. وتكمن أهداف هذه المنصة في تأسيس وإنشاء نظام آلي وفق أفضل المواصفات الفنية والأمنية، وتسهيل إتمام المراسلات بين مختلف الجهات الحكومية، وتوفير الوقت والجهد للعاملين بالجهات الحكومية، وتطوير بيئة العمل وجعلها أكثر أماناً.

- نظام المشتريات المُوحَّد (مشروع المشتريات الحكومية الإلكترونية).

يُعتبَر نظام المشتريات المُوحَّد من أهم المشاريع الوطنية التي توليها الدولة ممثلةً في وزارة المالية اهتماماً خاصاً، حيث يضمن هذا النظام توحيد وتسهيل إجراءات المنافسات والمشتريات الحكومية في جميع القطاعات الحكومية، كما يدعم مبدأ الشفافية بين الجهات الحكومية والموردين، وسهولة الإجراءات للموردين، والوصول إلى أكبر شريحة منهم. وتكمن أهداف هذا النظام في أتمتة نظام المنافسات والمشتريات الحكومية، وتوحيد إجراءات وعمليات المشتريات الحكومية وإنشاء نظام قياسي موحَّد، وتحديث إجراءات ونماذج العمل لتعزيز فاعلية عمليات الشراء والتعاقد في ظل نظام المنافسات والمشتريات الحكومية لرفع مستوى الأداء والجودة وتحسين العمليات، وتعزيز أنظمة الرقابة والتدقيق على عمليات الشراء، وتعظيم العائد الاقتصادي من خلال توفير الوقت والجهد والتكاليف وتقليل الهدر والفاقد، وتعزيز روح العدالة والشفافية والمساهمة في مكافحة الفساد المالي والإداري، والتعاون والتواصل المستمر والمشاركة وتبادل البيانات والمعلومات بين

الجهات الحكومية وكذلك القطاع الخاص، وتعزيز استخدام التعاملات الحكومية الإلكترونية. من جانب آخر، يزيد عدد الجهات الحكومية المستفيدة من هذا النظام عن (١٢٠) جهة.

- نظام إدارة الموارد (نُظم تخطيط الموارد الحكومية -GRP).

الأنظمة النمطية الحكومية هي الأنظمة أو التطبيقات الآلية المشتركة والمتكررة بين الجهات الحكومية بمختلف قطاعاتها، ومن أشهرها أنظمة تخطيط الموارد الحكومية (GRP)، ويُطلق عليها عادةً الأنظمة النمطية الحكومية. ومن الأمثلة على هذه الأنظمة: أنظمة الموارد البشرية، وأنظمة شؤون الضباط والأفراد، ونظام الرواتب، والنظام المالي، ونظام الميزانية، وأنظمة إدارة المواد (المستودعات ومراقبة المخزون)، ونظام المشتريات والعقود والمنافسات، وأنظمة الاتصالات الإدارية أرشفة الوثائق، ونظام التخطيط، ونظام التدريب والابتعاث، ونظام إدارة سير العمل، ونظام إدارة الممتلكات، ونظام الصيانة، ونظام إدارة المشاريع ومخصصاتها. كما يوجد أنظمة نمطية أخرى يشترك فيها عدد محدود من الجهات الحكومية التي تنتمي إلى قطاع واحد. ومن تلك القطاعات الحكومية المختلفة: التعليم، والصحة، والمحاكم. ومن الأمثلة على تلك الأنظمة: أنظمة الجامعات والمدارس، وأنظمة إمارات المناطق والمحافظات، وأنظمة المستشفيات والمستوصفات والصيدليات، وأنظمة القضاء والمحاكم، وأنظمة البلديات والأمانات، وغيرها. وقد قام برنامج التعاملات الإلكترونية الحكومية (يسِّـر) بوضع حد أدنى لمواصفات ووظائف أنظمة تخطيط الموارد الحكومية (GRP) عامة لكل الأنظمة، وخاصة لكل نظام على حِدَة. وتشمل المواصفات العامة: المواصفات الأساسية للنظام، وخصائص المساعدة الفورية، والبيانات التاريخية، وعمليات البيانات، والاتصال عن بُعد، والصلاحيات وأمن البيانات، وتقارير النظام، وإدارة النظام.

- بوابة القبول الإلكتروني الموحَّد للطلاب في الجامعات الحكومية بمنطقة الرياض.

وهي عبارة عن بوابة موحَّدة للقبول الإلكتروني في الجامعات الحكومية بمنطقة الرياض، حيث يشترك فيها حتى الآنَ ست جامعات، هي: الإمام محمد بن سعود الإسلامية، وجامعة الملك سعود، وجامعة الملك سعود بن عبد العزيز للعلوم الصحية، وجامعة الأمير سطام بن عبد العزيز، وجامعة شقراء، وجامعة المجمعة. وتهدف البوابة إلى تيسير وتسهيل الإجراءات للطالبات والطلاب المتقدمين، وضمان العدالة والمساواة والشفافية لهم، كما تسهم في استقبال أكبر عدد ممكن من المتقدمين والمتقدمات، وتحقق الاستفادة والاستثمار الأمثل للمقاعد المتاحة في كل جامعة، وتمكّن الطلاب والطالبات من التقديم على أكثر من جامعة في الوقت نفسه، حسب رغبة الطالب أو الطالبة، دون تكليفهم مشقة الحضور والتنقل بين مقرات الجامعات.

- تطبيق التعاملات الإلكترونية الحكومية المتنقلة (معاك).

تبنَّى برنامجُ التعاملات الإلكترونية الحكومية (يسّر) التعاملاتِ الإلكترونية الحكومية المتنقلة بهدف نقل الجهات الحكومية في المملكة إلى المرحلة التالية من الخدمات الإلكترونية. وقد جاء مشروع تطبيق التعاملات الإلكترونية الحكومية المتنقلة (معاك، M-Gov) ليخلق البيئة المناسبة والجذَّابة لنموّ هذا النوع من الخدمات في المملكة. وقد أطلق برنامج (يسِّر) التطبيق الرسمي للحكومة الإلكترونية (معاك) لأجهزة الأندرويد وأجهزة الآي فون. وتتمثل أهداف مشروع تطبيق (معاك) في تأسيس بنية تحتية مشتركة للتعاملات الإلكترونية الحكومية المتنقلة، وتأسيس دليل للتطبيقات الحكومية، وعمل قالب للتطبيقات الخاصة بالجهات الحكومية، وإعداد ونشر دليل إرشادي خاص بالتعاملات الإلكترونية الحكومية المتنقلة، وعمل مسابقات لمجتمع المطوّرين فيما يتعلق بمشاريع التعاملات الإلكترونية الحكومية المتنقلة، وتوفير الدعم المالي للجهات الحكومية فيما يتعلق بمشاريع التعاملات الإلكترونية الحكومية المتنقلة، وإطلاق بوابة خاصة بالتعاملات الإلكترونية الحكومية المتنقلة.

- **معهد الإدارة العامة:**

معهد الإدارة العامة (www.ipa.edu.sa) هو جهة حكومية مستقلة ذات شخصية اعتبارية، تمَّ تأسيسه في عام ١٣٨٠هـ (١٩٦١م)؛ بهدف رفع كفاية موظفي الدولة، وإعدادهم علمياً لتحمُّل مسؤولياتهم وممارسة صلاحياتهم على نحو يكفل الارتقاء بمستوى الإدارة، ويدعم قواعد تنمية الاقتصاد الوطني. كما يختصُّ المعهد بالإسهام في التنظيم الإداري للإدارة الحكومية، وإعطاء المشورة في المشكلات الإدارية التي تعرضها عليه الوزارات والأجهزة الحكومية، والبحوث المتعلقة بشؤون الإدارة، وتوثيق الروابط الثقافية في مجال الإدارة العامة. وبشكل عام، تشمل نشاطات المعهد الأساسية: التدريب (أثناء الخدمة، وقبلها)، والاستشارات، والبحوث الإدارية، والتوثيق الإداري.

تتضمن الخطة الإستراتيجية لتقنية المعلومات في المعهد خمسة توجهات إستراتيجية، تشمل تحسين وتطوير تطبيقات الأعمال والخدمات الإلكترونية، وتطوير البنية التحتية وتقنية الاتصالات، والارتقاء بمستوى أمن المعلومات، والتحسين المستمر للتنظيم الإداري والمالي ومستوى الخدمات، وتطوير حوكمة تقنية المعلومات. ويندرج تحت التوجُّه الإستراتيجي لتطوير البنية التحتية وتقنية الاتصالات مجموعة من (٢٤) مشروعًا تقنيًّا تمَّ جدولة تنفيذها على مدى خمس سنوات، ويأتي من ضمنها مشروع لتوظيف تقنيات الحوسبة السحابية بما يواكب احتياجات المعهد. وفي هذا الصدد، شرع المعهد في تطبيق نموذج البرمجيات كخدمة (SaaS)، من خلال إتاحة الخدمة السحابية مايكروسوفت أوفيس ٣٦٥، (Microsoft Office 365) للدارسين في البرامج الإعدادية. وتشمل هذه الخدمة السحابية مجموعة من التطبيقات الإلكترونية، مثل: تطبيق البريد الإلكتروني (MS Outlook)، وتطبيقات الأوفيس مثل (الوورد Word، والإكسيل Excel، والباوربوينت PowerPoint، والون نوت OneNote)، كما تشمل خدمة استضافة الملفات بسعة تخزينية تصل إلى ١ تيرابايت على خدمة التخزين السحابية وندرايف (OneDrive)، كما تشتمل على العديد من الخدمات الأخرى التي يمكن لمستخدميها الوصول إليها في أي وقت، ومن أي مكان، وباستخدام أي جهاز إلكتروني متصل بالإنترنت.

- **جامعة الملك عبد العزيز:**

جامعة الملك عبد العزيز (www.kau.edu.sa) هي جامعة حكومية تأسست عام ١٣٨٧هـ (١٩٦٧م)، وتضمُّ بين جنباتها (٢٨) كلية، و(٤) معاهد، موزعة بين مقرها الرئيسي في جدة، وفرعيها في رابغ والفيصلية. وتتميز الجامعة عن غيرها من الجامعات بانفرادها ببعض الكليات والتخصصات، مثل: علوم البحار، والإرصاد، وعلوم الأرض، والهندسة النووية، والطيران، والتعدين، والهندسة الطبية.

في عام ١٤٣٧هـ، أطلقت جامعة الملك عبد العزيز مشروع "السحابة الحاسوبية" الذي يختصُّ بتقديم عدة خدمات موجهة للمستفيدين، وذلك استكمالاً للبنية التحتية الخاصة بأنظمة الجامعة عبر عدة مراحل، وتعتبر الجامعة من أوائل الجامعات في تطبيق هذه التقنية على مستوى دول الخليج والشرق الأوسط. كما يعتبر نظام السحابة الحاسوبية بالجامعة من أكبر الأنظمة في الشرق الأوسط، حيث تحتوي البنية التحتية التقنية لهذا النظام على (١٢٤) خادماً ووحدة تخزين بحجم (٤١١) تيرا بايت، موزعة على مركزي بيانات (two datacenters)، اللذين يتم توظيفهما لتطبيق خاصية الإتاحة العالية للخدمات الإلكترونية المقدمة. ولتحقيق ذلك، يتم تطبيق تقنية ميتروكلاستر (MetroCluster) التي تسمح بالنسخ المتطابق والمتزامن لنفس الخدمة (خوادم افتراضية أو تخزين افتراضي)؛ لضمان استمرارية تشغيل الخدمات الإلكترونية في حال حدوث الأعطال، حيث يتم نقل التحكم من مركز بيانات إلى آخر، أو من خادم إلى آخر، أو من وسيط تخزين إلى آخر، وبشكل تلقائي عند تعطُّل إحداها.

وتقوم عمادة تقنية المعلومات بالجامعة، عبر مراكز بياناتها، بتقديم حزمة متنوعة من الخدمات الإلكترونية لمنسوبي الجامعة من الأكاديميين والإداريين والطلاب والطالبات. ويتم تقديم جزء من هذه الخدمات على هيئة خدمات سحابية، (كنموذج البرمجيات كخدمة (SaaS))، والتي يمكن لمستخدميها الوصول إليها في أي وقت، ومن أي مكان، وباستخدام أي جهاز إلكتروني متصل بالإنترنت، مثل: الخدمة السحابية مايكروسوفت أوفيس ٣٦٥، (Microsoft Office 365)، والبرنامج الإحصائي (SPSS).

ونظراً لحداثة تأسيس جامعة جدة، حيث تأسست في عام ١٤٣٥ هـ/ ٢٠١٤م، فقد أخذت جامعة الملك عبد العزيز ممثلةً في عمادة تقنية المعلومات على عاتقها تقديم الدعم والمساندة التقنية لجامعة جدة عبر مراكز بياناتها، حيث يتم تقديم سبع خدمات

سحابية عبر قنوات اتصال آمنة بين الجامعتين. وتشمل هذه الخدمات: خدمة الدليل النشط لنطاق جامعة جدة (.A.D)، وخدمة الإدارة المرنة لتوزيع عناوين الشبكة (DHCP)، وخدمة ترجمة العناوين الشبكية (DNS)، وخدمة حماية تصفُّح الإنترنت، وخدمة الربط مع نظام مايكروسوفت أوفيس ٣٦٥ (Microsoft Office 365) عبر خدمة اتحاد الدليل النشط (ADFS)، وخدمة التحقق من اسم المستخدم (CAS)، وخدمة تطبيقات دوت نت (.NetApps) للشؤون المالية والإدارية. ويوضح الجدول رقم (١٢-١) قائمة بالخدمات السحابية التي تقدِّمها جامعة الملك عبد العزيز كمزود خدمة لجامعة جدة.

وفي سياق مشروع السحابة الحاسوبية بجامعة الملك عبد العزيز، تمَّ إنشاء مكتب متخصص في شؤون الحوسبة السحابية، تتمثل أهدافه في تقديم الاستشارات والبحوث الخاصة بمنظومة السحابة الحاسوبية، ودراسة الأولويات وخارطة الطريق لتبني خدمات السحابة الحاسوبية، والقيام بدراسات المفاضلة بين مزودي خدمات السحابة الحاسوبية، وتقديم الاستشارات والبحوث الخاصة بالاختيار الأمثل لموفري أجهزة السحابة الحاسوبية الخاصة ذات المنفعة الأعلى والأقل سعراً، وتقديم الاستشارات الخاصة بأهم العوامل لأخذها في الاعتبار من النواحي الفنية والسرية والمالية في تبني السحابة الحاسوبية.

من جانب آخر، تشمل البنية التحتية التقنية في جامعة الملك عبد العزيز مركزاً متقدماً للحوسبة، يُسمَّى بمركز الحوسبة عالية الأداء، وهو أحد أهم المشروعات الضخمة الداعمة للعملية البحثية والتعليمية في المملكة. حيث يعتبر جهاز الحاسوب عالي الأداء (عزيز) بجامعة الملك عبد العزيز أحدَ الحواسيب عالية الأداء المتميزة عالمياً، وهو الأول من نوعه في الجامعات السعودية، وكذلك على مستوى القطاعات الحكومية والخاصة في المملكة. وقد عملت الجامعة على تنفيذ المركز بالتعاون مع شركة فوجتسو اليابانية ليكون أحد أبرز الحواسيب العملاقة عالمياً. ويهدف مركز الحوسبة عالية الأداء من خلال بناء هذا الحاسوب إلى إتاحة القدرات الحاسوبية والتخزين التي يحتاجها الباحثون لتنفيذ أبحاثهم، وتوفير خدمات استشارية لمساعدة الباحثين في إجراء برامجهم الخاصة وتلبية احتياجاتهم، وتسهيل البحث والمساعدة في التقدم التعليمي، وتوفير الحوسبة عالية الأداء للأفراد والوحدات الإدارية، وعقد شراكات مع الصناعات لاستخدام الحوسبة الفائقة والعلوم الحاسوبية كقوة تنافسية، والتعاون مع الكليات والجامعات الوطنية في تعزيز نقل التكنولوجيا.

جدول رقم (١٢-١): قائمة بالخدمات السحابية التي تقدِّمها جامعة الملك عبد العزيز كمزود خدمة لجامعة جدة

م	اسم الخدمة السحابية	وصف الخدمة السحابية	اسم المستفيد من الخدمة	تاريخ البدء الفعلي لاستخدام الخدمة السحابية	هل الخدمة السحابية متكاملة مع خدمات إلكترونية أخرى؟ ما هي؟
١	الدليل النشط (AD)	خدمة الدليل النشط لنطاق جامعة جدة.	جامعة جدة	٢٢ / ١ / ٢٠١٥م	نعم، مع جميع أنظمة جامعة الملك عبد العزيز.
٢	بروتوكول تهيئة المستضيف المرنة (DHCP).	خدمة الإدارة المرنة لتوزيع عناوين الشبكة.	جامعة جدة	٢٢ / ١ / ٢٠١٥م	نعم، مع متصفح الإنترنت.
٣	نظام أسماء النطاقات (DNS).	خدمة ترجمة العناوين الشبكية.	جامعة جدة	٢٢ / ١ / ٢٠١٥م	نعم، مع جميع أنظمة جامعة الملك عبد العزيز.
٤	حماية التصفح.	خدمة حماية تصفح الإنترنت.	جامعة جدة	٢٢ / ١ / ٢٠١٥م	نعم، مع جميع أنظمة جامعة الملك عبد العزيز.

م	اسم الخدمة السحابية	وصف الخدمة السحابية	اسم المستفيد من الخدمة	تاريخ البدء الفعلي لاستخدام الخدمة السحابية	هل الخدمة السحابية متكاملة مع خدمات إلكترونية أخرى؟ ما هي؟
٥	مايكروسوفت أوفيس ٣٦٥ (Microsoft Office 365).	خدمة مايكروسوفت أوفيس ٣٦٥ عبر خدمة اتحاد الدليل النشط (ADFS).	جامعة جدة	٢٢ / ١ / ٢٠١٥م	نعم، مع خدمة مايكروسوفت أوفيس ٣٦٥ في الجامعة.
٦	خدمة نفاذ المستخدم للخادم (CAS).	خدمة التحقق من اسم المستخدم.	جامعة جدة	٢٢ / ١ / ٢٠١٥م	نعم، مع جميع أنظمة جامعة الملك عبد العزيز.
٧	تطبيقات الشؤون المالية والإدارية.	تطبيقات دوت نت (NetApps.) للشؤون المالية والإدارية.	جامعة جدة	٢٢ / ١ / ٢٠١٥م	نعم، مع خدمة الدليل النشط (AD)، وخدمة نفاذ المستخدم (CAS)، وخدمة نظام أسماء النطاقات (DNS).

- **جامعة الإمام محمد بن سعود الإسلامية:**

جامعة الإمام محمد بن سعود الإسلامية (imamu.edu.sa) هي جامعة حكومية تأسست عام ١٣٧٠هـ (١٩٥٠م). تضمُّ الجامعة اثنين من المعاهد العليا (المعهد العالي للقضاء، والمعهد العالي للدعوة والاحتساب)، و(١٢) كلية ومعهداً لتعليم اللغة العربية للناطقين بغيرها، ومدينة متكاملة لتعليم الطالبات، و(٨٠) قسماً علمياً، والعديد من العمادات المساندة والمراكز البحثية والخدمية وكراسي البحث العلمي، وفرعاً جامعياً في محافظة الأحساء، و(٦٦) معهداً علمياً منتشرة في مناطق المملكة الثلاث عشرة كلها، وثلاثة فروع في الخارج في كلٍّ من إندونيسيا، وجيبوتي، واليابان.

تُشرِف عمادة تقنية المعلومات على التحوُّل الإلكتروني في الجامعة بناءً على خطة إستراتيجية لتقنية المعلومات وضعتها الجامعة في عام ٢٠١٥م، تهدف إلى توظيف أفضل الممارسات العالمية وأنظمة المعلومات وأدوات تقنية المعلومات؛ لزيادة الكفاءة والفعالية في الإدارة والتنظيم، إضافة إلى المواءمة مع الحكومة الإلكترونية، وتشجيع استخدام حلول تقنية المعلومات لدعم السياسات والعمليات والإجراءات التي تزيد من المساءلة والشفافية والمسؤولية في جميع الوظائف داخل الجامعة، وتطوير البنية التحتية وأدوات تقنية المعلومات التي تدعم هيئة التدريس للتميز في التدريس والبحوث، وتطوير البنية التحتية وأدوات تقنية المعلومات التي تدعم الطلاب للنجاح الأكاديمي.

ويتم النظر للبنية المؤسسية الحالية في الجامعة من خلال أربعة محاور: (١) بنية الأعمال، التي تعكس أعمال ومتطلبات الجامعة من حيث الأهداف الإستراتيجية، والهيكل التنظيمي والمهام والمسؤوليات للإدارات المختلفة، حيث يوجد ٨٠ وحدة إدارية، و٢٧٥ خدمة يمكن تقديمها إلكترونياً، و(٢) بنية التطبيقات الإلكترونية، التي تمثل البنية الداعمة للأعمال بشكل مباشر، حيث تقوم التطبيقات بتفعيل ودعم الخدمات الإلكترونية المقترحة، وأتمتة دورات العمل المرتبطة بها، ويوجد بالجامعة ما يزيد عن (٤٥) تطبيقاً إلكترونيًّا داخليًّا، وما يزيد عن (٢٧) خدمة إلكترونية يتم تقديمها عبر بوابة الجامعة الإلكترونية، مصنَّفةً ما بين خدمات إدارية وأكاديمية ومالية وخدمية وتقنية، و(٣) البنية التحتية التقنية، التي تشمل الخوادم والشبكات وأنظمة البنية التحتية من قواعد البيانات وأنظمة التشغيل، و(٤) بنية البيانات، التي توضح مسار

ودورة حياة البيانات المرتبطة بالجامعة من البداية إلى النهاية، لدعم واتخاذ القرار في الجامعة. وتمثل بنية البيانات كافة أنواع البيانات والمعلومات بكافة أشكالها، مثل: المعرفة والخبرة، والبيانات الورقية، والبيانات الإلكترونية.

ونظراً لتعدُّد فروع الجامعة وكلياتها ومعاهدها داخل المملكة وخارجها وتلبيةً لمتطلبات المستفيدين؛ فقد دأبت الجامعة على تهيئة مركز بياناتها كسحابة خاصة (private cloud) بغرض تطبيق نموذج السحابة الهجينة (hybrid cloud) الذي يتيح ربط سحابتها الخاصة بالخدمات الخارجية (سحابة عامة) لتعزيز القدرات التقنية الداخلية. وتسعى الجامعة من هذا التوجُّه إلى المحافظة على مميزات السحابة الخاصة (أمن بياناتها)، مع إمكانية استغلال القدرات التقنية الهائلة التي توفرها السحابة العامة. في هذا السياق، تطبِّق الجامعة أربع تقنيات حديثة تعمل كمنصات إلكترونية وتهيئ للانتقال والاستفادة من الخدمات السحابية الخارجية مستقبلاً، وهذه التقنيات هي:

- تقنية أوراكل سوبر كلستر (Oracle Super Cluster):

عبارة عن منصة إلكترونية آمنة ومرنة لتجميع الموارد البرمجية من أنظمة تحكُّم، وأنظمة قواعد بيانات، وتطبيقات وخدمات إلكترونية. تتميز هذه التقنية بالسرعة والمرونة في المعالجة الحاسوبية، وتتكون من خوادم عالية الأداء ووسائط تخزين، وبرمجيات، وأدوات شبكية يتم تجميعها في صندوق واحد. وعادةً ما يتم استخدام هذه التقنية في المنظمات الكبيرة جداً. تناسب هذه التقنية البيئة التي تحتوي على أعداد كبيرة من الموارد التقنية والسحابات الخاصة، كما أنها مُصمَّمة لتشغيل تطبيقات الأعمال الحساسة وإمكانية استخدامها لإطلاق ونشر الخدمات السحابية، وفي الوقت نفسه تحافظ على مستويات جيدة من الأمن والكفاءة والفعالية في الأداء.

- تقنية في سي إي في بلاك (VCE VBlock):

عبارة عن نظام يحتوي على بنية تحتية تقنية جاهزة للاستخدام (خوادم، ووسائط تخزين، وأدوات شبكية، وتقنية افتراضية، وتجهيزات مادية وبرمجيات أخرى). يأتي هذا النظام مجمعاً في صندوق واحد، وجاهزاً للربط والتشغيل مع الموارد التقنية الأخرى. ويتكون هذا النظام من خوادم وتقنية افتراضية (VMware) ومبدلات

(switches) من شركة سيسكو (Cisco)، ووسائط تخزين وخدمات لحماية البيانات من شركة ديل إي إم سي (Dell EMC)، جنباً إلى جنب مع أدوات التقنية الافتراضية، مثل (VMware)، و(VSphere) من شركة في سي إي (VCE) المملوكة لشركة (Dell EMC).

- تقنية في سي دي في دي آي (VCD VDI):

تقدم هذا التقنية حلول أسطح المكتب الافتراضية (VDI)، وترتبط بشكل وثيق مع برمجية التقنية الافتراضية (VMware). وبشكل عام، يتم استخدام هذه التقنية كوسيلة لتمكين الوصول واستخدام التطبيقات على أجهزة قد لا تكون داعمة لأنظمة تشغيل معينة (مثل الويندوز). كما تفيد هذه التقنية في مشاركة الموارد من خلال إتاحة خدمة سطح المكتب كخدمة لعدة مستخدمين في بيئة قد يكون من المُكلِف مادياً توفير حاسب شخصي لكل مستخدم، أو يكون غير ضروري. إضافةً إلى ذلك، تساعد هذه الخدمة المستفيد في تخفيض تكاليفه المادية المتعلقة باقتناء التجهيزات أو إدارة أنظمة تشغيل وتطبيقات متعددة من خلال مكان واحد.

- تقنية نيوت نيكس (Nutanix):

عبارة عن منصة سحابية تجمع موارد تقنية متعددة، سواءً من داخل السحابة الخاصة أو من السحابة العامة، من خوادم ووسائط تخزين وتقنية افتراضية وأدوات شبكية ضمن حل برمجي وحيد، تتميز هذه المنصة بالمرونة والقابلية للتوسُّع والانكماش في قدرات وسعات وسرعات الموارد الموجودة ضمن مكوناتها. وتستخدم جامعة الإمام محمد بن سعود الإسلامية هذه التقنية خصيصاً لتشغيل أنظمة الدراسة عن بُعد (تدارس) ضمن مسار نظام الدراسة بنظام الانتساب المطور الذي تطبقه الجامعة.

ويوضح الجدول رقم (١٢-٢) قائمة بالخدمات/ المنصات الإلكترونية السحابية المستخدمة بجامعة الإمام محمد بن سعود الإسلامية.

جدول رقم (١٢-٢): قائمة بالخدمات/ المنصات الإلكترونية السحابية المستخدمة بجامعة الإمام محمد بن سعود الإسلامية

م	اسم المنصة/ الخدمة السحابية	وصف المنصة/ الخدمة السحابية	اسم مزود الخدمة	تاريخ البدء الفعلي لاستخدام الخدمة السحابية
١	تقنية أوراكل سوبركلستر (Oracle SuperCluster)	منصة إلكترونية آمنة ومرنة لتجميع الموارد البرمجية من أنظمة تحكم، وأنظمة قواعد بيانات، وتطبيقات وخدمات إلكترونية.	أوراكل (Oracle)	٢٠١٥م
٢	تقنية في سي إي في بلاك (VCE VBlock)	نظام يحتوي على بنية تحتية تقنية جاهزة للاستخدام ومجمَّعة في صندوق واحد.	ديل إي إم سي (Dell EMC)	٢٠١٣م
٣	تقنية في سي دي في دي آي (VCD VDI)	حلول أسطح المكتب الافتراضية (VDI).	ديل إي إم سي (Dell EMC)	٢٠١٢م
٤	تقنية نيوت نيكس (Nutanix)	منصة سحابية لتشغيل أنظمة الدراسة عن بُعد (تدارس).	نيوت نيكس (Nutanix)	٢٠١٢م

٢/٢/١٢ القطاع الخاص:

يبرز من القطاع الخاص دور كلٍّ من شركتي الاتصالات السعودية (STC) وموبايلي (Mobily) داخل المملكة العربية السعودية كمزودين لخدمات الحوسبة السحابية، حيث تقدِّم الشركتان حلولاً تقنية لبناء واستخدام البنية التحتية الخاصة بخدمات الحوسبة السحابية، بحيث يتوفر لعملائهما القدرة على إدارة بياناتهم المستضافة مثل الخدمات

والبرامج، وفقاً لاحتياجات العميل والأعمال. كما تطرح كلٌّ من الشركتين باقاتٍ متعددة من خدمات الحوسبة السحابية من خلال مراكز بيانات عديدة؛ بغرض تمكين العملاء من الحصول على ردٍّ سريع ومتجاوب لمتطلبات الأعمال الخاصة بالعملاء، إضافة إلى توفير إدارة وفعالية أكثر للتكاليف التشغيلية. نستعرض في هذا الجزء بعض الخدمات السحابية التي يتم توفيرها من قِبَل هاتين الشركتين.

- **شركة الاتصالات السعودية (STC):**

تقدِّم شركة الاتصالات السعودية (www.stc.com) خدمات الحوسبة السحابية من خلال شركة تابعة تُسمَّى شركة حلول الاتصالات السعودية (STC Solutions)، التي قامت ببناء البنية التحتية الخاصة بخدمات الحوسبة السحابية لتتيح للعملاء القدرة على إدارة بياناتهم المستضافة مثل الخدمات والبرامج، وفقاً لاحتياجات العميل والأعمال. كما تطرح شركة (STC) حلول أيضاً مجموعةً من تطبيقات الحوسبة السحابية من خلال مراكز البيانات الخاصة بها؛ لتمكِّن العملاء من الحصول على تجاوب سريع لمتطلبات أعمالهم، مع إدارة وفعالية أكثر للتكاليف التشغيلية. وفي السياق ذاته، قامت شركة (STC) حلول بالعمل والاستفادة من مزودين عالميين في تقنية المعلومات لبناء بنية تحتية آمنة ومرنة بشكل حديث ومعاصر. إضافةً إلى ذلك، توظِّف شركة (STC) حلول الخبرة المكتسبة لديها، من حيث التعامل مع العميل المحلي، ومن حيث تواجد خبراء وممارسين في مجال تقنية المعلومات، والفهم العميق لسوق تقنية المعلومات في المملكة، لتطوير بنية الحوسبة السحابية وفق المعايير العالمية التي تلبّي حاجات ومتطلبات السوق المحلية. وتستهدف شركة (STC) حلول، من خلال خدماتها السحابية المتنوعة، تمكين عملائها للتخلص من ضغوط إدارة الخدمات من خلال إمكانية توليها إدارة التجهيزات المادية والتطبيقات والبرامج، فالحوسبة السحابية تعمل كخدمة مستقلة ومرنة، حيث يدفع العميل مقابل ما يقوم باستخدامه من خدمات، بالإضافة إلى أنَّ التحديثات الخاصة بالبرمجيات تعمل بصورة آلية، كما أنَّ عملية التحكم في مستوى الخدمات أصبحت أكثر سهولة ومرونة.

وتكمن فكرة الخدمات التي تقدمها شركة (STC) حلول في تمكين المنظمات المستفيدة من استخدام مصادر خارجية لإدارة تقنية المعلومات الخاصة بها، والتخلص من عبء تكاليف الصيانة الدورية للأجهزة والخوادم والبرمجيات. إضافةً إلى تمكينها

من تقليص الوقت اللازم لتحديث وتحميل البرامج؛ مما يسمح بإعطاء فرصة لمديري تقنية المعلومات في تلك المنظمات بالتركيز على مشاريع مهمة سعياً إلى جلب قيمة مضافة لمنظماتهم. من جانب آخر، تحتاج متطلبات الأعمال في الوقت الراهن إلى مستوى عالٍ من جودة الخدمات، وبما أنَّ اتفاقية مستوى الخدمة (SLA) الخاصة بخدمات الحوسبة السحابية تلبي الطلب المتزايد للمنظمة، مما ينتج عنه استخدام أفضل للموارد المتاحة، وتقليل التكاليف التشغيلية؛ فإنَّ لدى المنظمة المستفيدة فرصة لاختيار الباقة المناسبة لحاجتها من مجموعة واسعة من الباقات، مع خاصية ترقية الباقة وقت ما أرادت لسدِّ متطلبات الأعمال المتزايدة. كما أنَّ لدى المنظمة المستفيدة الفرصة المتاحة لتخزين مجموعة أكبر من البيانات والتطبيقات بصورة أكبر وأسهل من الطرق الاعتيادية والتقليدية، بالإضافة إلى إمكانية توسعة مساحة التخزين في أي وقت. وتقدِّم خدمات الحوسبة السحابية للمنظمات المستفيدة حرية العمل والتواصل عن بُعْد، بحيث يقوم المستخدم بالدخول إلى البيانات والمعلومات أينما كان، كما تفتح عالمًا جديدًا من التواصل عن بُعْد، بحيث يمكن الدخول والاستخدام لأي تطبيق أو برنامج بدون الحاجة إلى التواجد.

ويمكن تلخيص مجموعة المزايا التي يمكن أن تقدِّمها شركة (STC) حلول من خلال خدمات الحوسبة السحابية في النقاط التالية:

- تخفيض التكاليف الأولية (أو مجموع تكاليف الملكية، TCO)، وهي التكاليف التي ترتبط بإنشاء وتجهيز مراكز البيانات، وشراء رخص البرمجيات، واستقطاب الكفاءات المؤهلة، ونشر وإطلاق الموارد التقنية وإداراتها؛ الأمر الذي يؤدي إلى تحقيق عائد أفضل على الاستثمار (ROI).
- وجود اتفاقية تضمن مستوى الخدمات السحابية المقدمة.
- تقديم مرونة أكثر من طرق الحوسبة التقليدية.
- إتاحة مجموعة من الباقات والخطط والخدمات المضافة، لتلبية مختلف متطلبات الأعمال.

- إتاحة مساحة تخزينية كبيرة، حيث تستطيع المنظمة المستفيدة تخزين كمية أكبر من البيانات وبمرونة أكبر وحسب الحاجة، مقارنة بمحدودية المساحة التخزينية المتاحة في بيئة الحوسبة التقليدية.
- خاصية التنقل، إذ يستطيع الموظف الدخول إلى البيانات أينما كان، وبدون الحاجة إلى التواجد الدائم في مقر العمل.
- إمكانية التدرُّج والتميز في أداء الخدمة السحابية، بوجود باقات متعددة حسب احتياجات العملاء.

نماذج خدمات الحوسبة السحابية التي تقدمها شركة (STC) حلول:

تسعى شركة (STC) حلول إلى تقديم خدمات مناسبة إلى عملائها، بدايةً من التصميم والبناء والتشغيل مع العمل على معرفة احتياجات الأعمال للعملاء، وتوفير ما يلزم لتحقيق أفضل العوائد لهم وبأقل تكلفة، وبتفعيل جميع الموارد المتاحة للوصول لأفضل النتائج التي تحقق رضا العميل. ويختلف حجم وطبيعة الخدمة السحابية المقدمة حسب طلب العميل؛ إذ تتنوع الخدمات ما بين خدمة مفرَدَة كالحصول فقط على خدمة البريد الإلكتروني المستضاف، أو خدمة شاملة تحتوي على مجموعة خدمات شاملة ابتداءً من التصميم إلى التسليم والتشغيل، حيث يكون لدى العميل نقطة واحدة محددة للتعامل مع كل متطلبات بيئة تقنية المعلومات. وللشركة سجل جيد من المشاريع الضخمة، مثل: مشروع مجمع التقنية والاتصالات بالرياض (ITCC)، ومركز الملك عبد الله المالي (KAFD)، ومشروع الملك عبد الله لتطوير التعليم (تطوير)، ومشروع وزارة الصحة، والعديد من المشاريع الكبيرة في القطاعين الحكومي والخاص. وإذ تسعى شركة (STC) حلول إلى تحقيق أهدافها في مجال الحوسبة السحابية، تعمل على الالتزام بمجموعة مبادئ تُجوّد مخرجات أعمالها، من خلال:

- عمل شراكات عالمية عالية المستوى مع شركات، مثل: (CISCO، HP، Fujitsu، Oracle، Symantec، DELL، Intel، Microsoft، Juniper)، ومع شركات رائدة في مجالها؛ مما يمكِّن الشركة من توفير أحدث التجهيزات والعتاد التقني.

- تطبيق الشركة لمعايير صناعة تقنية المعلومات، مثل: (ITIL)، والأيزو (٩٠٠١/٢٠٠٠٠/٢٧٠٠٠)؛ مما يضمن تطبيقاً لأعلى المعايير والمقاييس العالمية المطبقة في هذا القطاع الحيوي، وتقديم خدمة مستمرة على مستوى عالٍ من الجودة.

- وجود فريق عمل متخصص ومعتمد، يتميز بخبرته الواسعة وتطبيق المعايير العالية. كما يتلقى فريق العمل التدريب في المؤسسات العالمية والمحلية بصفة دورية، ويمتلك سجلاً من الإنجازات التي حققها في تلبية متطلبات اعتمادات الجودة في هذه الصناعة وفقاً لما يحتاجه العملاء. ولديهم أفضل المؤهلات الخاصة بإدارة المشاريع، مثل: (PMP)، و(ITIL)، وغيرهما من جهات الاعتماد القياسية في هذا المجال.

- وجود إمكانات تقنية لمراكز تشغيل الشبكة وأمنها، والتي يتم تحديثها بشكل دوري، إضافةً إلى القدرات البشرية المؤهلة، والتي يُعتمَد عليها في تقديم الخدمات للعملاء.

- تشغيل مراكز البيانات وفقاً لأعلى المقاييس العالمية، وإجراءات تتميز بتطبيق أفضل الممارسات.

- حيث إنَّ شركة (STC) حلول هي إحدى الشركات التابعة لمجموعة الاتصالات السعودية، ومن خلال الشبكة المنتشرة، فإنَّ ذلك يمكِّن شركة (STC) حلول من تقديم خدماتها بتنوع أكبر وأفضل يؤدي لتحسين الأداء، وسرعة زمن الاستجابة للتطبيقات السحابية.

- تقديم خدمة الدعم الفني ٢٤ ساعة يومياً طوال أيام السنة بلا توقف لحل المشكلات التي تنشأ بسرعة، ومن خلال مهندسين متخصصين في خدمة العملاء بأفضل المعايير العالمية التي تضمن سرعة الاستجابة واستمرارية الأعمال.

- وجود مراكز بيانات مؤسسة وفق أعلى المعايير الهندسية، وبأفضل التجهيزات باستخدام طبقات متعددة من الأمان والقوة والدعم، والتي تضمن إتاحة الخدمة واستمراريتها.

ويمكن تقسيم نماذج الخدمات التي تقدِّمها شركة (STC) حلول إلى أربعة أقسام:

- خدمات البنية التحتية كخدمة (IaaS).
- خدمات البرمجيات كخدمة (SaaS).
- باقات الحوسبة السحابية الجاهزة.
- الخدمات المساندة للخدمات السحابية.

ونستعرض فيما يلي تفصيلاً لكل نموذج من هذه النماذج، مع إعطاء أمثلة من الخدمات لكل نموذج.

- خدمات البنية التحتية كخدمة (IaaS):

يمثل نموذج البنية التحتية كخدمة (IaaS) أحد نماذج خدمات الحوسبة السحابية التي تُقدِّم للمستفيد إمكانية استئجار ثم إدارة الموارد السحابية (كالخوادم، ووسائط التخزين)، والتحكم فيها؛ كالتحكم في سرعة المعالج، والمساحة التخزينية، وأنظمة التشغيل، ومواصفات أخرى عديدة يمكن تشغيلها عن بُعد، بدون الحاجة إلى شراء واقتناء تجهيزات وبرمجيات تقنية المعلومات.

وتقدم شركة (STC) حلول البنية التحتية كخدمة (IaaS) من خلال خدمات الحوسبة السحابية التي توفِّر العديدَ من خدمات تقنية المعلومات بناءً على خاصية الاشتراك في الخدمة، مستبعدةً بذلك التكاليف المباشرة وتكاليف الدعم المستمر؛ لتمكِّن المنظمات من التحوُّل الإستراتيجي من الأعمال القائمة بناءً على الإنفاق الرأسمالي إلى تلك القائمة على الإنفاق التشغيلي. وتتميز خدمات البنية التحتية كخدمة (IaaS) بالمرونة في تقديمها وإتاحتها بناءً على الطلب وعلى احتياجات العميل. وتكمن فوائد خدمات البنية التحتية كخدمة (IaaS)، التي تتيحها شركة (STC) حلول، في: أولاً، الاستخدام الأمثل للموارد التقنية، حيث توفِّر هذه الخدمات عملية تشغيل مطوَّرة لتحسين الاستغلال الأمثل للموارد بالمقارنة مع مراكز البيانات التقليدية، ونماذج خدمة تقنية المعلومات؛ وبالتالي تخفيض النفقات الرأسمالية والنفقات التشغيلية للمنظمة المستفيدة. ثانياً، تتميز خدمات (IaaS) بالاستجابة السريعة لدعم زيادة الموارد، حيث إنَّ مرونة البنية التحتية

كخدمة (IaaS) تتيح للعملاء فرصةً لزيادة الموارد تلقائياً بحسب الحاجة، متجنبين بذلك أيَّ نتائج غير مرغوب فيها جراء أي إفراط أو تفريط في توفيرها. ثالثاً، تتميز خدمات (IaaS) بشفافية أعلى لتقييم استخدام الموارد، حيث إنَّ التحكم أو الرؤية التي تقدِّمها (IaaS) عن الموارد والأنشطة والتكاليف المادية تقدِّم مستوى جديداً من الكفاءة لإدارة تقنية المعلومات. رابعاً، تتميز الخدمات بمرونة في استخدام مواردها التقنية المرتبطة بها، حيث يمكن التغلب على القيود المفروضة على الموارد (كالسِعَات والسرعات) حسب الطلب، مع إمكانية الحصول على بنية تحتية معلوماتية متينة وآمنة وقابلة للتطوير. خامساً، يُتاح للعميل إمكانية تجهيز وإتاحة الموارد التقنية والمعايير الخاصة بالأمن والأداء والشفافية بشكل سريع. سادساً، تتيح الخدمات خاصية القدرة على التنبؤ بالتكاليف، حيث يمكن استخدام خدمات جاهزة تساعد على التنبؤ بالتكاليف المستقبلية بناء على أنماط الاستخدام والخدمات المرتبط بها بدون أي نتائج مفاجئة، مع منهجية للإدارة ونتائج يمكن التحكم في مستوى خدمتها.

هناك تسع مزايا لخدمات البنية التحتية كخدمة (IaaS)، التي تقدِّمها شركة (STC) حلول، وهي على النحو التالي:

- تصميم هندسي مرن وقادر على تلبية الأعمال بالكامل.
- وجود لوحة تحكُّم خاصة لإدارة الخدمة من خلال الويب.
- تطبيق التقنية الافتراضية.
- وجود جدران الحماية النارية، وهي اختيارية.
- إمكانية اختيار نظام التشغيل المناسب للعميل.
- خاصية التوافق مع جميع أنواع التطبيقات التقليدية.
- خدمة مرنة طبقاً لمتطلبات الأعمال المتغيرة.
- وجود اتفاقية لضمان مستوى الخدمة (SLA).
- وجود دعم فني على مدار الساعة ٢٤/٧.

نستعرض فيما يلي خمساً من أهم خدمات البنية التحتية كخدمة (IaaS) التي تتيحها شركة (STC) حلول. وهذه الخدمات هي: خدمة الاستضافة المخصصة (مُدَارة، وغير مُدَارة)، وخدمة الاستضافة المكانية (بقفص، ومشترَكَة)، وخدمات الإنترنت والاتصال، وخدمات أمن المعلومات (سكيور)، والخدمات المضافة (عناوين بروتوكول الإنترنت IP، ونظام أسماء النطاقات DNS، وخدمات الرسائل القصيرة).

o خدمة الاستضافة المخصصة:

إنَّ خدمات الاستضافة المخصصة (Dedicated hosting) قد تمَّ تصميمها خصيصاً للعملاء الذين يرغبون في زيادة التحكم والقدرة والأمن والاستقرار والجاهزية القصوى لإدارة الأعمال الأساسية مع السرعة، وذلك مع حدٍ أدني للجهود الإدارية المطلوبة، من دون قلق وبأقل تكلفة.

تشمل الخوادم المخصصة (Dedicated servers) الوظائف الضرورية؛ كبرمجيات الخادم (server software)، ومقاييس النطاق الترددي (bandwidth)، وأجهزة توجيه البيانات (routers)، والطاقة الإلكترونية ومساحة تخزين، وخدمات إضافية كخدمات مراقبة الخادم والتطبيقات، وخدمات النسخ الاحتياطي اليومية، والخدمات المخصصة المتاحة والقابلة للتجزئة. ويمكن أن تُقدَّم خدمة الاستضافة المخصصة على شكلين اثنين:

- خدمة الاستضافة المخصصة المُدَارَة (Managed)، حيث تقوم شركة (STC) حلول بالإشراف على صيانة وإدارة الخدمات والموارد السحابية، في حين يتفرغ العميل للتركيز على نشاطه الأساسي. ويمكن أن تشتمل هذه الخدمة على حزمة من الخدمات الفرعية المُدارة، مثل: خدمة تركيب أجهزة الراوتر المدارة (Managed Routers)، واستضافة المعدات والأجهزة الخاصة بالعميل وإدارتها (Managed Hosting services)، والاجتماعات المرئية (Telepresence – Video Conferencing)، بالإضافة إلى خدمات مُدارة أخرى. تقوم شركة (STC) حلول بتقديم هذه الخدمات للعميل الذي بدوره يوفِّر على نفسه أعباء وتكاليف تجهيزها، ويتفرغ للاستفادة من الخبرات الداخلية لديه في تطوير منتجاته، والتركيز على نشاطه الأساسي. تقدِّم هذه الخدمة إمكانية الحصول على مؤشرات التشغيل، والصيانة لدوائر المعلومات

الأساسية، وإعداد تقارير التشغيل الدورية، كما توفِّر خدمة الاستضافة المُدارة مساحة لتركيب أجهزة العميل، وإمكانية الربط باستخدام شبكة الشركة وخدمات التشغيل والصيانة، وتوفِّر خدمة إدارة أمن المعلومات جدار الحماية وبرامج مكافحة الفيروسات للعملاء، وإتاحة تشغيل وصيانة الأجهزة والبرمجيات وتقنية وإدارة معلوماتها حسب طلب العميل.

- خدمة الاستضافة المخصصة غير المُدَارَة (Unmanaged)، حيث يمكن أن توفِّر شركة (STC) حلول التجهيزات والمعدات والبرمجيات التي يحتاجها العميل، في حين يتولى العميل بنفسه عملية الإشراف على صيانة وإدارة الخدمات والموارد السحابية.

وتضمن شركة (STC) حلول مجموعة من المزايا المصاحبة لخدمات الاستضافة المخصصة، مثل: تجهيز مواقع مراكز البيانات التابعة لها بأفضل الأجهزة والبرامج والشبكات والموارد التشغيلية، والفعالية في احتساب التكلفة، والحفاظ على الموارد المطلوبة لبقاء أجهزة الخوادم تعمل في كل الأوقات، والعمل بناء على خطط مرنة، وتوافر بطارية احتياطية (UPS)، ووجود نظام إخماد الحرائق، وإمكانية التحكُّم في درجة الحرارة، وإمكانية تزويد العميل بتقارير الأداء.

- خدمة الاستضافة المكانية:

إنَّ خدمة الاستضافة المكانية (Collocation Hosting) قد تمَّ تصميمها لضمان استمرارية أعمال العميل، حيث تُعطى المنظمة العميلة مساحة لاستخدام مركز بيانات كحلول جاهزة قادرة على الاستفادة من العمل، وبدعم فني على مدار الساعة. ويمكن للمنظمة أن تحتفظ بالسيطرة الكاملة على كافة الأجهزة المتعلقة بتقنية المعلومات في مركز البيانات، بدون الحاجة إلى شراء وتجهيز مركز بيانات خاص بها؛ الأمر الذي يخفِّض تكاليف المنظمة المستفيدة. ويمكن أن تُقدَّم خدمة الاستضافة المكانية على شكلين اثنين:

(١) خدمة الاستضافة المكانية (بقفص)، (Caged Co-Location)، حيث تسمح هذه الخدمة للعملاء استضافة خوادم الأعمال الحساسة والبيانات والتطبيقات وأجهزة الاتصالات في بنية تقنية معلومات آمنة، وفي مكان

مخصص مع قفل ومفتاح. ويمكن أن تُقدَّم خدمة الاستضافة المكانية المُشترَكة على شكلين اثنين أيضاً: مُدارَة من قِبَل شركة (STC) حلول، أو غير مُدارَة حيث يتولى العميل عملية الإشراف الكامل على موارده السحابية.

(٢) خدمة الاستضافة المكانية (مشترَكَة)، (Shared Co-Location)، حيث يُتاح للعميل استضافة تطبيقاته وبياناته والعديد من موارده التقنية المختلفة ضمن بيئة تجهيزات مشتركة مع عملاء آخرين (من خوادم، ووسائط تخزين، ومعدات شبكية) في بيئة تقنية آمنة وموثوقة. ويمكن أن تُقدَّم خدمة الاستضافة المكانية المُشترَكَة على شكلين اثنين أيضاً: مُدارَة من قِبَل شركة (STC) حلول، أو غير مُدارَة حيث يتولى العميل عملية الإشراف الكامل على موارده السحابية.

وتوفِّر شركة (STC) حلول البيئة المثلى لاستضافة أجهزة خوادم الأعمال الحساسة والبيانات، بحيث تكون مدعّمة بإمدادات الطاقة الاحتياطيّة اللازمة، وبتطبيق السياسات والإجراءات الأمنية الضرورية، وبأنظمة مرنة لإدارة معدات الشبكة، وبإشراف ودعم من قِبَل خبراء تقنيين ذوي مهارة ومعرفة في هذه الصناعة. كما توفِّر مراكز البيانات لدى شركة (STC) حلول استضافة مواقع وخوادم العملاء من كافة قطاعات الأعمال، الذين يثمنون شبكتهم وتوافر بياناتهم، فضلاً عن القدرة على تحسين أداء الخوادم الخاص بهم، وزيادة العائد على الاستثمار.

o خدمات الإنترنت والاتصال:

بالتعاون مع شركة الاتصالات السعودية (STC)، تقدِّم شركة (STC) حلول مجموعة شاملة من حلول الاتصالات باستخدام شبكة الإنترنت مستفيدةً من التقنيات السلكية واللاسلكية والبنية التحتية لشركة الاتصالات السعودية؛ وذلك لتلبية متطلبات واحتياجات الأعمال للمؤسسات الكبيرة والصغيرة والمتوسطة. وبالتنسيق مع عملائها، تقوم شركة (STC) حلول بتحديد احتياجات الاتصالات المتعلقة بالعملاء، ومن ثَمَّ يتم عرض حلول مُعدَّة خصيصاً لتتناسب مع احتياجاتهم ومتطلباتهم. نستعرض فيما يلي بعضاً من خدمات الإنترنت والاتصال التي تتيحها شركة (STC) حلول لعملائها، مثل: خدمة جود أعمال، وخدمة أعمال نت، وخدمة الربط المخصص بالإنترنت (DIA)، وخدمة الربط الفضائي (SAT IP)، وخدمة ربط

الإنترنت الدولية لمزودي خدمة الإنترنت، وخدمة الشبكة الافتراضية الخاصة المتنقلة (Mobile IP VPN).

(١) خدمة جود أعمال، التي توفِّر حلول اتصالات متكاملة لعملاء المنظمات الصغيرة والمتوسطة، وتحتوي على خط هاتف (مكالمات محلية وداخلية غير محدودة داخل الشبكة)، بالإضافة إلى خدمة الإنترنت بسرعات متعددة ٤،١٠،٢٠،٤٠،١٠٠ أو ٢٠٠ ميجا لتتناسب مع تفاوت احتياجات الأعمال. وتمثل هذه الخدمة حلاً متكاملاً يتضمن الاتصال والإنترنت معاً، وبقابلية التنقل بين الباقات وسرعاتها حسب احتياجات المنظمة المستفيدة. وتتميز هذه الخدمة بإمكانية الحصول على جهاز مودم مجاناً يدعم الواي فاي، مع إمكانية ضمان التغطية الكاملة للواي فاي في موقعك من خلال طلبك لخدمة "حلول الواي فاي" كخدمة مضافة مع جود أعمال، كما تمنح تكلفة منخفضة مقارنة بالاشتراك بالخدمات بشكل مستقل، وبدعم كامل على مدار الساعة عن طريق مركز العناية بعملاء قطاع الأعمال، وبالتحكم في رسوم الباقة من خلال الحصول على فاتورة واحدة.

(٢) خدمة أعمال نت، التي تقدِّم باقةً شاملة لإدارة أعمال العميل عبر الإنترنت، وتشمل الاتصال عن طريق الخطوط الرقمية (ADSL)، وجهاز توجيه احترافي مع إمكانية إدارة الخدمة عن بُعْد. وتمثل الخدمة حلاً متكاملاً لإدارة الأعمال وربط المنظمة بفروعها عبر الإنترنت، ويمكن تقديمها بسرعات تتراوح بين ١ ميجابت حتى ٢٠ ميجابت، وبـ (IP) ثابت، وبدعم فني على مدار الساعة.

(٣) خدمة الربط المخصص بالإنترنت (DIA)، وأحياناً تُسمَّى بخدمة الخط المستأجر الخاص، وهي جزءٌ من خدمات الوصول إلى الإنترنت التي توفِّر شبكة اتصال مخصصة وآمنة وموثوق فيها من طرف إلى آخر بين المقرات الرئيسية للعملاء وفروعها المحلية، وكذلك الاتصال المخصص لشبكة الإنترنت. وتفيد هذه الخدمة العميل الذي يحتاج إلى ربط مخصص ومباشر لمزود خدمة الإنترنت (ISP)، بحيث لا توجد مشاركة له في السرعات المتاحة. ويتميز هذا النوع باتصال مباشر مع مزود خدمة الإنترنت، وبجودة عالية، وقدرة تحميل وتنزيل متناظر. وتمَّ تصميم هذه الخدمة لدعم تطبيقات البيانات، مثل الإنترنت

والبريد الإلكتروني والتطبيقات المبنية على شبكة الإنترنت، حيث توفِّر شبكة اتصال عالية الجودة للمنظمة التي تتطلب الوصول بشكل آمن وموثوق إلى الإنترنت. وعادةً ما يتمُّ استخدام هذه الخدمة لإيصال فروع المنظمة التابعة، والمحلات، والمكاتب الإقليمية بالشبكة الخاصة بالشركة داخل المملكة وحول العالم. ويمكن للعملاء الاختيار بين مجموعة واسعة من سرعات الاتصال الممكنة، وذلك بالاعتماد على متطلباتهم. ويمكن توفير سرعات اتصال تبدأ من ١ ميجابايت إلى ١٠ جيجابايت في الثانية. إنَّ سرعات الاتصال العالية تُقدَّم على أساس كل حالة على حدة. كما يمكن للشركة مساعدة العملاء في اختيار سرعة عرض النطاق الترددي (Bandwidth) المناسبة لتلبية متطلبات أعمالهم، حيث يُؤخَذ في الاعتبار عوامل، مثل: عدد المستخدمين، ونوع قاعدة البيانات، وربط الشبكات الخاصة الافتراضية (VPN)، وغيرها. وتتميز الخدمة بتقديم سعات متماثلة لتحقيق تحميل/ تنزيل متوافق، وإتاحة عالية عبر شبكة التبديل متعدد البروتوكولات باستخدام المؤشرات التعريفية (MPLS) القوية التابعة لشركة الاتصالات السعودية.

(٤) خدمة الربط الفضائي (SAT IP)، حيث تتيح للعميل ربط مواقعه بالشبكة الافتراضية الخاصة على بروتوكول الإنترنت (IPVPN) عبر الأقمار الصناعية بالمواقع التي يتعذر الوصول إليها عن طريق التقنيات الأخرى في كل مكان، بغض النظر عن موقعه. وتستخدم خدمة الربط الفضائي (SAT IP) أحدث منتجات الاتصال عبر الأقمار الصناعية(VSAT) ، وأحدث التقنيات لربط مواقع العميل بشبكات (STC). وتدعم شبكة الاتصال عبر الأقمار الصناعية تشفير البيانات بما يتيح للعميل توسيع شبكته الافتراضية الخاصة على بروتوكول الإنترنت مهما كان المكان الذي يستخدم فيه خدمة الربط الفضائي. كما تعمل خدمة الربط الفضائي بسهولة تامة على أساس متطلبات أعمال العميل، وتتكامل مع شبكة (MPLS) بشركة الاتصالات السعودية لتوفير خدمة الشبكة الافتراضية الخاصة على بروتوكول الإنترنت. وتناسب هذه الخدمة الجهات/ المؤسسات الحكومية ذات المواقع المترامية لتمكنها من تقديم اتصالات موثوقة بين فروعها عبر شبكة خاصة وقوية باستغلال ميزة شبكة (MPLS) بشركة الاتصالات السعودية. وتُقدَّم خدمة الربط الفضائي بخيارات مختلفة لعرض

النطاق الترددي حتى سرعة ٢٠ ميجا بت/ ثانية، بما يتيح للعميل اختيار ما يناسب أعماله. وتتميز خدمة الربط الفضائي (SAT IP) بالإتاحة العالية، والتوافقية، واستمرارية الأعمال، والجودة، وسرعة التركيب، وتعدُّد الباقات المتاحة، حيث يوجد أربع باقات (المميزة، والمطورة، والقياسية، والموفرة)، وكل باقة لها مميزاتها من حيث مستوى الجودة، والموثوقية العالية، وخيارات عرض النطاق الترددي. وهذا ما يجعل الخدمة خياراً مثالياً بدءاً من المنظمات المبتدئة ذات المتطلبات البسيطة حتى كبار العملاء الذين يحتاجون الخدمة بكاملها. وتوفير الباقات الأربع يمنح العملاء فرصة لاختيار ما يناسبهم حسب احتياجات أعمالهم وميزانيتهم.

(٥) خدمة ربط الإنترنت الدولية لمزودي خدمة الإنترنت، التي تؤمن أعمالًا لمزودي خدمة الإنترنت بربط عالمي ومفلتر للمواقع. وتتميز هذه الخدمة بتوفير نطاق عريض لإنترنت عالمي مفلتر لمزود الخدمة وكيانات الاتصالات الأخرى المعتمدة من هيئة الاتصالات وتقنية المعلومات للنفاذ المباشر للإنترنت. كما يتوفر الربط المفلتر هذا بين مزودي الخدمة وبوابة الاتصالات السعودية العالمية. كما توفر خدمة الإنترنت العالمية ذات الترشيح المباشر النفاذ لمزودي الخدمة وكيانات اتصالات أخرى معتمدة من هيئة الاتصالات وتقنية المعلومات. وهي خدمة كاملة تتضمن النفاذَ إلى الإنترنت العالمية، وترشيحاً للمحتوى ونفاذاً أساسيًّا للإنترنت الداخلي.

(٦) خدمة الشبكة الافتراضية الخاصة المتنقلة (Mobile IP VPN)، والتي تمكِّن المنظمات من ربط فروعها المتعددة مع بعضها البعض عن طريق إنشاء شبكة افتراضية خاصة. وتوفِّر خدمة الاتصال الآمن عبر الشبكة الافتراضية الخاصة من خلال شبكات الجوال التابعة لـ (STC)، وتدعم هذه الخدمة مجموعة متنوعة من التطبيقات، منها: التطبيقات الصوتية والمرئية، والإنترنت، والبيانات. ويتم تقديم هذه الخدمة من خلال شبكة الجوال التابعة لـ (STC) من الجيل الثاني والثالث والرابع. وتتدرج الخدمة من سِعَة مقدارها ٦٤ كيلو بت حتى ٢ ميجابت، وتتميز بوجود سعات متماثلة للتحميل/التنزيل المتناغم. وبتكاملها تماماً على المستوى ٣ للشبكة، وبإمكانية التوسُّع عن طريق تحسين اتصال الجوال، وبأمان فائق للمرور، حيث إنَّ كلَّ شبكة افتراضية خاصة عبارة عن

بنية شبكة مستقلة افتراضياً من الناحية الفنية، وبإتاحة عالية عبر شبكة التبديل متعدد البروتوكولات باستخدام المؤشرات التعريفية (MPLS) القوية التابعة لشركة الاتصالات السعودية. يصاحب تشغيلَ هذه الخدمة دعمٌ فنيٌّ على مدار ٢٤ ساعة في اليوم، وسبعة أيام في الأسبوع، عبر مركز الاتصال التابع للشركة، وتتيح الخدمة أسعارًا موحدة لا تتأثر بالمسافات، وبعقود طويلة الأجل (حتى خمس سنوات) مصحوبةً بخصومات على العقود طويلة الأجل.

- خدمات أمن المعلومات (سكيور):

باقة سكيور هي مجموعة من الخدمات المتكاملة لأمن المعلومات، مقدَّمة من شركة (STC) حلول. وتقدِّم هذه الباقة وسائل متقدمة وآمنة للإدارة والتحكم في أمن المعلومات الخاص بأي منظمة. كما يمكن الاعتماد على خدمة سكيور للحصول على الخدمات المُدَارة وصولاً إلى إنشاء وتشغيل مراكز إدارة عمليات أمن الشبكات. وتأتي الحاجة إلى خدمة سكيور، حيث تعاني بعض المنظمات في الوقت الراهن من انتهاكات وتهديدات وهجمات أمنية، بالرغم من استخدامها لحلول أمنية متقدمة. وبالرغم من الاستثمارات الضخمة إلا أنه يظلُّ ثمة نقصٌ في أداء تلك الأنظمة وبرامج أمن المعلومات للمنظمة بشكل عام. وتقدِّم شركة (STC) حلول خدمة سكيور لتحقيق إدارة فعالة لأمن المعلومات، ولحماية موارد المعلومات الخاصة بالعميل بشكل فعَّال. وتتميز هذه الخدمة بوجود اتفاقية لمستوى الخدمة (SLA)، وتجنيب العميل تكاليف الاستثمار في البنية التحتية لأمن المعلومات، وزيادة الجودة فيما يتعلق بإدارة البنية التحتية وبيئة أمن المعلومات، ورسوم خدمة ثابتة شهريًّا بناء على عدد الأجهزة دون تكاليف تشغيلية مباشرة فيما يخص الخدمات المدارة، ويمكن للعملاء معاينة التقارير الإحصائية المهمة من أي مكان، من خلال الرؤية الشاملة والدخول المباشر على أدوات تحليل وإعداد التقارير، والمحافظة على التوافق مع اللوائح الحكومية واللوائح السارية في هذا المجال من خلال رقابة أمن المعلومات المستمرة، والإجراءات والسياسات الأمنية الموثقة. ويمكن أن تأتي خدمة أمن المعلومات (سكيور) على أربعة أشكال حسب رغبة العميل:

(١) الخدمات المُدَارَة لأمن المعلومات (MSS).

(٢) خدمات الحماية ضد هجمات تعطيل البوابات الإلكترونية والخدمات الإلكترونية (DDoS Protection).

(٣) الخدمات الاستشارية لأمن المعلومات .

(٤) خدمات البنية التحتية لأمن المعلومات.

وتتكون خدمات التحكم الأمني التي تتيحها شركة (STC) حلول من مجموعة معايير قياسية تتمثل في توفير وتركيب وتهيئة جدار الحماية، وأجهزة اكتشاف التطفل والحماية (IDP) الموجودة في الموقع، ومراقبة وإدارة جدار الحماية والـ (IDP)، وصيانة جدار الحماية والـ(IDP) ، والتدخل في الموقع بسبب الاستبدال الخاطئ للبرامج، وخدمة العملاء، وتقارير العمليات. وتتميز خدمات التحكُّم الأمني بأنها تمثِّل دفاعاً استباقياً عن الشبكة ضد التهديدات؛ بوجود أجهزة متعددة الوظائف لأمن الشبكة، وبجدار حماية مانع للتسلل بكامل المواصفات والأداء العالي (IPS)، وبتطبيق ضوابط تحكُّم عالية ومجموعة واسعة من الخدمات الوقائية، وبوجود منافذ للشبكة مصممة خصيصاً لتلبية متطلبات البيئات المتنوعة مع توفُّر نقاط نهاية متقدمة وأمن على مستوى الشبكات، وقدرة اكتشاف عالية الأداء مع استجابة دقيقة، وبوجود مِجسَّات لتحديد وتصنيف ووقف حركة بيانات إلكترونية مشبوهة بدقة قبل أن تؤثر على معلومات العميل وبالتالي أعماله. وأخيراً، تسهم هذه الخدمات في توفير نفقات التشغيل.

o الخدمات المضافة:

إن خدمات اتصالات الإنترنت المضافة هي خدمات اتصال تُحسِّن أداء الأعمال، مثل: إدارة عنوان بروتوكولات الإنترنت (IP Address) الثابتة والنشطة، وكذلك تسجيل اسم النطاق (Domains)، وخدمات الرسائل القصيرة (SMS)، بالإضافة إلى خدمات أخرى. نستعرض فيما يلي بشيء من التفصيل هذه الخدمات المضافة.

(١) تمثل خدمة عناوين بروتوكولات الإنترنت (IP address) المقدمة للأعمال خدمات أساسية لبوابات المنظمات الإلكترونية ومواقع الويب، وذلك من خلال تسجيل وتوجيه عناوين مواقع الويب على شبكة الإنترنت. وتقدِّم شركة (STC)

حلول، حلولاً لكلٍّ من بروتوكولات الإنترنت الثابتة والديناميكية، وذلك لإجراء الترابط والتواصل وتحديد متطلبات العملاء من خلال سجلات الإنترنت المعترف بها دولياً، والتي تدعم تشغيل شبكة الإنترنت عالمياً. وتتميز هذه الخدمة بكونها طريقة آمنة وموثوقاً بها لتأمين خدمات بروتوكولات الإنترنت، وبإمكانية الاختيار بين بروتوكولات الإنترنت الثابتة والديناميكية حسب متطلبات العملاء، وباتصال مباشر بسجلات الإنترنت، وبكونها خدمة سلسة وخالية من المتاعب، تكفلها خدمات دعم فني على مدار الساعة.

(٢) يتم استخدام أسماء النطاقات (Domains) لتحديد عناوين بروتوكول الإنترنت داخل شبكة الويب، حيث تمثِّل أسماء النطاقات تعريفات بسيطة (تكون عادة نصوصًا ذات معنى أو كلمات، مثل ipa.edu.sa)؛ الأمر الذي يمكِّن مستخدمي شبكة الإنترنت من تذكُّر المواقع ومصادرها بشكل أسهل من عناوين بروتوكولات الإنترنت المخفية والمرتبطة بها. إنَّ استخدام هذه الخدمة يجعل من تسجيل اسم النطاق أو العديد من النطاقات عملية بسيطة وسريعة، وتتميز هذه الخدمة بأنها طريقة آمنة وموثوق بها لإدارة أسماء النطاقات، وبتوفير مجموعة أدوات تمكِّن من إدارة النطاقات باستخدام واجهات تطبيق سهلة وغير معقدة للمستخدمين.

(٣) تمكِّن خدمات الرسائل القصيرة (SMS) المنظمات المستفيدة من التواصل مع عملائها والموردين وغيرهم بطريقة مباشرة وفورية. وعادةً ما تستخدم المنظمات خدمات الرسائل القصيرة الموجهة (Bulk SMS) إلى عدد كبير من المتلقين في الوقت ذاته (على سبيل المثال، إرسال إشعارات الطلاب في الجامعات). وتشمل هذه الخدمة إمكانية إرسال الرسائل القصيرة (SMS)، وخدمات رسائل الوسائط المتعددة (MMS)، ويمكن أن يتم إرسالها بطريقة اقتصادية من خلال صفحة ويب مخصصة على شبكة الإنترنت، وباستخدام بروتوكول متكامل لدعم هذه الخدمة يُسمَّى بروتوكول (SMPP). ويتوفر لواجهة إرسال الرسائل إمكانية اختيار اسم المرسِل للرسائل القصيرة من قبل المستخدم، وإمكانية إرسال الرسائل القصيرة المحلية والدولية، وإظهار الرصيد المتبقي للعميل، وإمكانية إرسال الرسائل القصيرة إلى مستلم واحد أو إلى مجموعات، وإمكانية جدولة الرسائل القصيرة، وإمكانية استخدام البريد

الإلكتروني للرسائل القصيرة (Email to SMS)، وسهولة استخدام إدارة واجهة الويب، وإمكانية إدارة قائمة الاتصال. وتتميز خدمة الرسائل القصيرة (SMS) بأنه لا حاجة لوجود خط اتصال لخدمة الرسائل القصيرة المرسلة بالجملة (Bulk SMS)، وبالتالي تخفيض تكاليف الاتصالات بالنسبة للعميل، وبوجود خصوصية كاملة وحماية محتوى الرسائل القصيرة الخاصة بالعميل، وبإتاحة واجهة الويب باللغتين العربية والإنجليزية.

- خدمات البرمجيات كخدمة (PaaS):

يُمثِّل نموذج البنية التحتية كخدمة (PaaS) أحد نماذج خدمات الحوسبة السحابية التي تتيح للمستفيد إمكانية الاستخدام والوصول إلى خدمات وتطبيقات سحابية يستضيفها مزود الخدمة، حيث يتم تشغيل هذه التطبيقات والخدمات على بنية تحتية سحابية تخصُّ مزود الخدمة وتُدار من قِبله، وتشمل الشبكة الحاسوبية، والخوادم، وأنظمة التشغيل، والتخزين. كما يمكن في هذا النموذج أن يتمَّ الوصول إلى الخدمات المتاحة عبر أجهزة إلكترونية متعددة من خلال واجهة بسيطة (thin client interface) للمستفيد، تشمل مستعرَض الويب (كالبريد الإلكتروني على الويب)، أو عبر واجهة برنامج معين يتم تنزيله لدى جهاز المستخدم المباشر (سواءً كان حاسباً مكتبياً أو هاتفاً ذكيًّا أو لوحاً إلكترونيًّا).

نستعرض فيما يلي أربعاً من أهم خدمات البرمجيات كخدمة (PaaS) التي تتيحها شركة (STC) حلول. وهذه الخدمات هي: خدمة البريد الإلكتروني المستضاف، وخدمة إدارة علاقات المستفيدين (CRM)، والخدمات السحابية التعليمية، والخدمات السحابية الصحية.

o خدمة البريد الإلكتروني المستضاف:

تتيح شركة (STC) حلول خدمة البريد الإلكتروني المستضاف (Hosted Exchange) بهدف تمكين عملائها من الوصول إلى عملائهم بسهولة ويسر، من خلال توفير حلول عمل تسهل عملية الإدارة، وتساعد على حماية الاتصالات وتلبية احتياجات المستخدمين مع إتاحة إمكانية الاستخدام من أي مكان، حيث يقدِّم برنامج (Microsoft Hosted Exchange) قدرات كبيرة من خدمات الحوسبة

السحابية، والتي تقلّل تكاليف التشغيل وتمكّن من توجيه هذه الموارد إلى أنشطة أعمال رئيسية. وتقوم شركة (STC) حلول بتطبيق برامج متقدمة ومعتمدة لحماية البريد الإلكتروني من البريد المزعج (spam protection) والمحمّل بالفيروسات، ويمكن الوصول إلى البريد الإلكتروني من خلال صفحة ويب باستخدام بروتوكول (POP3)، وبروتوكول (IMAP). ويمكن أن تشمل هذه الخدمة ترحيل البريد (Mail Relay)، والاستضافة الذكية للمواقع والبيانات (Smart Hosting)، واستضافة البريد والرسائل (Mail Hosting). وتتمثل فوائد هذه الخدمة في إمكانية الاستخدام من أي مكان والبقاء على اتصال كامل بالخدمة البريدية، وكذلك تكلفة أقل مقارنةً بالاستضافة الداخلية، والسيطرة على المخاطر من خلال الحماية وتحقيق الامتثال، حيث يوجد عدد كبير من أجهزة وتطبيقات الاتصال التي يمكن أن تُستخدم في الدخول إلى البريد الإلكتروني كلَّ يوم في بيئة العمل المتشابكة والاتصالات العصرية؛ لذا يتعين اختيار الحل الأنسب والصحيح الذي يمكّن من حماية أصول تقنية المعلومات وبيانات البريد الإلكترونية المهمة الخاصة بالعمل عند اختيار حل البريد الإلكتروني الملائم. وللخدمة مجموعة مميزات تكمن في كونها تتيح إدارة مبسطة للخدمة، وإمكانية استخدام خصائص برنامج الأوت لوك (Outlook) للوصول إلى حسابات البريد الإلكتروني، ودعم بروتوكولات البريد الإلكتروني والوصول إلى الرسائل، وإمكانية الوصول للخدمة باستخدام أي متصفح ويب، وإمكانية الوصول إلى المعلومات الشخصية (مجلدات البريد، معلومات الاتصال، المهام، التقويم، وقائمة العناوين البريدية)، وإمكانية الوصول إلى المجلدات المشتركة (قائمة العناوين، معلومات الاتصال، المهام، التقويم)، وإمكانية إنشاء المجلدات العامة والوصول لها، ووجود لوحة تحكم عبر الويب لإدارة حسابات البريد الإلكتروني، وإمكانية جدولة المجموعات بما فيها استعراض أوقات عمل/فراغ الآخرين، وإتاحة رسائل التنبيه على الهاتف المحمول(استقبال رسائل تنبيه للأحداث المهمة التي تحدث في برمجيات الخادم عبر أجهزة المحمول)، وإمكانية التصفح عبر المحمول(إمكانية استخدام صندوق الوارد والتقويم وسجل العناوين والمهام عن طريق أجهزة المحمول)، وإمكانية عمل مزامنة مع الهاتف المحمول(مزامنة أجهزة الهاتف المحمول عبر شبكات لاسلكية باستخدام صندوق الوارد والتقويم وسجل

العناوين والمهام)، ووجود اتفاقية لضمان مستوى الخدمة، ووجود دعم فني على مدار الساعة ٢٤ / ٧.

- خدمة إدارة علاقات المستفيدين (CRM):

تُعتبَر خدمة إدارة علاقات المستفيدين (Hosted CRM) مثابة إستراتيجية أعمال ترتكز على جعل العملاء في مركز دائرة الأعمال. تتمثل الأهداف الأولية من إدارة علاقات المستفيدين في زيادة الإيرادات والأرباح من الأعمال وتقليل التكاليف، من خلال إنشاء تعاملات متطورة عند كل نقطة اتصال مع العملاء في دورة المبيعات. وتحاول خدمة إدارة علاقات المستفيدين تحقيق هذه الأهداف من خلال تقديم أشمل لمعلومات العملاء، وتمكين الأفراد من استخدام أفضل لبيانات العملاء من أجل الوصول إلى نتائج عمل ناجحة. وتقدِّم شركة (STC) حلول نطاقاً من خدمات الحوسبة السحابية من خلال مراكز بيانات تابعة لها تخضع للإدارة الداخلية من الشركة. وللخدمة مجموعة من المزايا تتمثل فيما يلي:

(١) زيادة إنتاجية المبيعات، حيث يزيد حل (Hosted CRM) من الحفاظ على إنتاجية الأعمال والابتكار فيها ونموها من خلال استفادة الموظفين من العمل عبر الحاسب الآلي والهاتف ومتصفح الويب بفاعلية من أي مكان. وتؤثِّر العلاقات مع العملاء إيجابياً على مجالات مختلفة من الأعمال، والتي تكون بحاجة إلى تحسين كبير في جودة الخدمة، وإبرام صفقات بشكل أسرع، وجذب المزيد من العملاء الجُدد مع الاحتفاظ بالعملاء الحاليين، وأيضاً تقليل التكاليف. ويمكن أن يؤثر استخدام هذه الخدمة في نطاق المبيعات من خلال توسيع نطاق قيمة العلاقات، وتعقُّب وإدارة تعاملات المبيعات عبر قنوات متعددة، وجعل العمليات المرتبطة بالبيع تتم بصورة آلية لزيادة إنتاجية المبيعات، وتوسيع نطاق الرؤية والخطط الخاصة بالمبيعات.

(٢) خدمة العملاء، حيث تعزِّز خدمة (Hosted CRM) من العلاقة بالعملاء، من خلال توفير خبرة عالمية المستوى في مجال خدمة العملاء لتحقيق زيادة ولاء العميل والحفاظ على علاقة طويلة الأمد، وتمكين إدارة التعاملات متعددة القنوات، وإدخال الكفاءة والاتساق في تنفيذ العمليات، واستخدام الأفكار لخدمة مختلف حاجات العملاء.

(٣) زيادة فاعلية التسويق، حيث توفِّر خدمة (Hosted CRM) القدرة على فهم أفضل لاحتياجات العملاء مع تقديم خدمة جيدة من خلال توفير الاتصالات المستهدفة والمركزة والمنتجات المبتكرة التي يحتاجون إليها. فالبرنامج يعمل على تحسين أنشطة التسويق للعملاء في عدة جوانب، منها: استهداف الحملات المناسبة للجمهور المناسب من العملاء، والترتيب السريع للحملات عبر القنوات المتعددة، وجعل العمليات الرئيسية تتم بصورة آلية، وتقييم تأثير التسويق واكتشاف الأفكار التسويقية بفاعلية.

ولخدمة إدارة علاقات المستفيدين (Hosted CRM) مجموعة من الخصائص التي توفِّر أسباب الراحة والسهولة في الاستخدام، من خلال وجود لوحة تحكم خاصة للخدمة، وإمكانية الوصول إلى الخدمة عبر الويب، ووجود خطط وباقات مختلفة للخدمة تلبي احتياجات العميل، وإمكانية زيادة أو تقليل عدد المستخدمين، ووجود اشتراكات في متناول الجميع والسداد على حسب عدد المستخدمين، وإمكانية الحصول على مساحات تخزين إضافية، ووجود اتفاقية لضمان مستوى الخدمة، ووجود دعم فني على مدار الساعة ٢٤ / ٧.

- الخدمات السحابية التعليمية:

يهدف التعليم الإلكتروني إلى إيصال المحتوى العلمي بدون قيود الزمان والمكان، حيث يعتمد على الاتصال بالإنترنت، ويهدف إلى توفير إمكانية الوصول إلى العملية التعليمية وتطوير الفرد ومهاراته في أي مرحلة من مراحل حياته المهنية. ومن بين أهم مزايا التعليم الإلكتروني حرية اختيار المكان والزمان للمعلم والطالب (المدرب والمتدرب). كما أنَّ من بين أهم العوامل المؤثرة في انتشار التعليم الإلكتروني قلة التكلفة اللازمة لتطوير مهارات الأفراد. الخدمات السحابية التعليمية التي تقدمها شركة (STC) حلول، عبارة عن نظام أساسي تقني يمكِّن المؤسسات التعليمية وشركات الأعمال من توفير مبادرات وبرامج التدريس والتدريب والتعليم على شبكة الإنترنت لممارسة عملية التعليم الإلكتروني. كما يوفِّر النظام بنية تحتية من خلال الإنترنت/الإنترانت للمعلمين والمرشدين والمدربين ومديري البرامج لإدارة فعالة لمشاركة الطلاب والموظفين والمتدربين في التعليم الإلكتروني ومتابعة أدائهم. تدعم بيئة التعليم المتصلة بالشبكة التعامل المباشر عبر نظام إدارة التعليم (LMS)، والتي تشمل الفصول الدراسية والمحاضرات والنقاشات المباشرة عبر الإنترنت. وتوفِّر

خدمة التعليم أدوات اتصال أكثر شمولية عن تلك الأنظمة الخاصة بإدارة أنظمة التعليم التقليدية، حيث يستطيع الطلاب الاتصال بالمعلمين عبر النظام باستخدام البريد الإلكتروني والرسائل الفورية ومحادثات الفيديو وحتى المكالمات الهاتفية عبر الويب. كما توجد وسائل اتصال أخرى، مثل: المدونات، وغرف الدردشة. ويجد الطلاب أدوات الاتصال القائمة على نظام إدارة التعليم فعّالة للغاية. كما يمكن زيادة الاتصال بين المعلمين والطلاب بتفاعلية أكثر إذا توفرت القدرة على ضبط مواعيد المقابلات. كما توفر خدمة تعليم، التي تتيح إدارة المحتوى التعليمي والبرامج التدريبية وتوثيقها وتقييمها ومتابعتها وتقديم تقارير دقيقة عن ذلك، طرقاً فعَّالة لتقليل التكلفة لتحقيق متطلبات التشغيل والتدريب. وتتوفر في خدمة تعليم جميع الخصائص التقليدية في نظام إدارة التعليم، بالإضافة إلى خصائص خدمة تعليم الجديدة؛ كسهولة الاستخدام للطلاب والمديرين في الشكل والمحتوى والوضوح والفاعلية. وتعتبر هذه الخدمة هي نسخة خاصة من إصدار (Moodle)، وهي مصممة خصيصاً للجهات التعليمية، وتعمل على أساس استخدام الحوسبة السحابية، حيث يُعتبَر نظام(Moodle) من أكثر أنظمة إدارة التعليم استخداماً في العالم لإدارة العملية التعليمية. ومن الفوائد التي تتيحها خدمة التعليم السحابية ما يلي:

- قلة التكلفة، حيث لا يوجد رسوم ترخيص لكل مستخدم.
- تصميم بوابة إلكترونية تتيح تخصيص التصميم وإدراج شعار العميل التجاري.
- خصائص وظيفية سلسة، تشمل المدونات والمواقع الموسوعية (WIKI) والمنتديات والاستطلاعات والاختبارات وغرف الدردشة.
- حماية وأمان بمستوى عالٍ.
- إدارة مباشرة للمتعلمين والمجموعات والفرق والإدارات.
- تقارير للإدارة والتقييمات الخاصة بالخدمة.
- إمكانية التكامل والربط مع أنظمة أخرى باستخدام واجهات مناسبة (API).

- إمكانية الاحتفاظ بالمعلومات وزيادة فعالية التعليم.
- قياس فاعلية التدريب.
- إمكانية استخراج ومداولة تقارير دقيقة.
- متابعة سجل الطالب (حيث يستطيع الآباء متابعة درجات وتقارير الأبناء، وإمكانية إرسال آرائهم وملاحظاتهم إلى المعلمين).
- إجراء الاختبارات والتقييمات عبر الإنترنت.
- تقويم للمناسبات الهجرية والميلادية.
- متوفر بنسخة كاملة باللغة العربية.

وتتيح خدمة التعليم السحابية مجموعتين من المزايا: الأولى منهما تختص بالإداري الذي يشغل الخدمة، والأخرى تختص بالمستخدم النهائي (كالمعلم أو الطالب). وتتمثل مزايا إداري الخدمة في:

- إدارة سهلة ووظائف تتم بصورة آلية لكافة جوانب التدريب عبر الإنترنت.
- تصميم فريد ومتميز في الشكل والمحتوى حسب شعار وهوية العميل.
- الفصل بين قطاعات المستخدمين لتلبية احتياجات الأعمال المتشابكة الخاصة بهم.
- التقارير اللحظية والمباشرة لتحليل الإجراءات ذات العلاقة .
- الربط مع قواعد بيانات العميل.
- آلية متكاملة للتقييم واستطلاع الرأي.
- خصائص اتصال متقدمة تشمل الإشعارات الآلية.

وعلى الجانب الآخر، هناك سبع مزايا متاحة للمستخدم النهائي، وتتمثل في:

- واجهة مستخدم سهلة لمختلف الشرائح.

- دعم لمختلف اللغات.
- أنه لا حاجة لتدريب مسبق.
- تسجيل الدخول لمرة واحدة.
- طباعة بيان الدرجات والشهادات وسجلات الإتمام.
- متابعة التدريب الداخلي والخارجي.
- احتياجها لمتصفح إنترنت فقط، وعدم احتياجها لأي مكـــونات إضافية (plug-ins).

o الخدمات السحابية الصحية:

يواجه اليوم مقدمو الخدمات الصحية تحدياً غير مسبوق، من توفير خدمات عالية الجودة للمراجعين وتطابقها مع معايير الرعاية الصحية المتطورة والعالمية، واللوائح الحكومية المتزايدة، والاتجاهات الناشئة في الأعمال الإلكترونية، وتكاليف الرعاية الصحية المخفضة للمرضى. وتعتبر خدمة الصحة السحابية من أول النُّظم لإدارة المستشفيات في المملكة العربية السعودية والمعتمدة على الحوسبة السحابية. والخدمة تُصنَّف ضمن فئات تخطيط الموارد للمشاريع الصحية من أجل إدارة وتبسيط مختلف الأعمال ذات العلاقة بالمجال الصحي، بما في ذلك إدارة معلومات المرضى، والخدمات السريرية، وعملية إدارة الغرفة، وخدمات المختبر، وإدارة الصيدلية، والتأمين وإدارة المطالبات، والمحاسبة المالية، والرواتب، وغيرها. كما تدعم خيارات تعدُّد اللغات والعملات المتعددة، والنظام متوافق مع معظم المعايير العالمية. هذه الخدمة عبارة عن نظام لإدارة المستشفيات، وهي تُمكِّن من تبادل سلس للمعلومات الصحية، بما يؤدي إلى زيادة الكفاءة وسرعة الوصول للمعلومة؛ مما يتيح تعزيز الرعاية الصحية للمرضى. هذه الخدمة مصممة لدعم كافة الميزات الرئيسية المطلوبة من قِبل إدارة المستشفى، وهي مصمَّمة كوحدات (Modules)؛ مما يوفِّر مستوى عالياً من التكيف والمرونة للمستخدم النهائي. تمَّ تصميم خدمة الصحة لتحسين نوعية إدارة الرعاية الصحية وإدارة العيادات الطبية والمستشفيات في مجالات عملية تحليل التكاليف على أساس النشاط. وتمكِّن خدمة الصحة

العميل من تطوير منظمته وتحسين فعاليتها، لرفع مستوى جودة العمل. حيث إنَّ إدارة العمليات الرئيسية بكفاءة هي خطوة حاسمة لنجاح المستشفيات والمراكز الصحية. والخدمة مصمَّمة للمستشفيات متعددة التخصصات، لتغطية مجموعة واسعة من إدارات المستشفى والعمليات الإدارية المختلفة. وتمثل الخدمة نظاماً متكاملاً لإدارة المستشفى بشكل متكامل (end-to-end) يوفِّر المعلومات ذات الصلة لجميع مرافق المستشفى لدعم اتخاذ القرارات الفعالة لرعاية المرضى، وإدارة المستشفى، والمحاسبة المالية، في تدفق سلس. ومن الفوائد التي تتيحها خدمة الصحة السحابية ما يلي:

- إدارة الوقت من خلال توفير نافذة واحدة للرصد والمتابعة.
- رفع معدل رضا المرضى عن الخدمات؛ نظراً لقلة وقت الانتظار في صناديق المحاسبة.
- إدارة ومراقبة الأداء في الصيدلية / جرد المخزون.
- سهولة وسرعة تجهيز المطالبات الخاصة بالتأمين الطبي.
- مراقبة العمليات في مختبر المستشفى.
- الكفاءة في الفواتير من خلال نقطة واحدة لإدارة النقد.
- توفير الوقت من خلال تقارير الأداء.
- تسويق فعَّال من خلال تقنية الرسائل القصيرة (SMS).
- تحسين جودة الخدمات المقدمة وزيادة الإنتاجية.
- الحد من الوقت الذي يقضيه الموظفون في ملء الاستمارات وتحرير الموارد للقيام بمهام أكثر أهمية.
- زيادة استخدام الموارد في جميع أقسام المستشفى إلى الحد الأقصى.
- تبسيط عمليات سير ومتابعة العمل.

- يتم تقديم الخدمة من خلال الحوسبة السحابية، فلا حاجة إلى الاستثمار في البنية التحتية للنظام.
- دفع الاستحقاقات مباشرة حسب نموذج الاشتراك.
- توفير في التكاليف والمصروفات المتعلقة بالصيانة والتحديث.
- التنفيذ السريع والحصول على عائد سريع على الاستثمار.
- سهولة الوصول إلى السجلات الطبية للمرضى.

وعلى الجانب الآخر، هناك مجموعة من المزايا التي تتيحها خدمة الصحة السحابية، والتي تتمثل فيما يلي:

- فئة حلول عالمية: الخدمة تُصنَّف ضمن فئات تخطيط الموارد للمشاريع الصحية.
- تطبيق يستند إلى تقنيات الويب: خدمة الصحة هو تطبيق ويب متكامل مرن يدعم مركزية توزيع العمليات. وتستند خدمة الصحة على أحدث تقنيات الويب.
- وصف الأدوية بشكل متقدم: يتيح اختيار مجموعات الأدوية بطريقة سهلة. حيث يمكن للأطباء على أساس اختصاصهم تحديد الأدوية المتوفرة.
- إعداد التقارير المتقدمة: إن مختلف التقارير الطبية والإدارية تكون متوفرة بمجرد طلبها بالنقر عليها؛ مما يجعل اتخاذ القرار يتم بشكل أسرع.
- إمكانية التكامل مع تطبيقات مُصمَّمة من طرف خارجي: خدمة صحة يمكن أن يتم ربطها بسهولة مع أنظمة طرف ثالث، مثل هذه التطبيقات:
  - ✓ أنظمة الأرشفة المصورة (PACS).
  - ✓ نتائج تحاليل المختبرات.
  - ✓ الباركود وقارئ الشرائح (RFID).

✓ نظام إدارة الوثائق.

✓ أنظمة الاتصال (EPABX).

✓ البطاقة الذكية.

- تحسين مستوى الأمن والتحكم في المستخدم: هذا النموذج يتضمن مصفوفة أمن مرنة تتعرف على المستخدمين والصلاحيات الخاصة بهم لدخول كل وحدة من النظام. هذا يضمن أن الموظفين المصرَّح لهم فقط قادرون على الحصول على معلومات المريض.

- خفض تكاليف التشغيل والعائد على الاستثمار، حيث يتم تقليل تكاليف الصيانة، ولا توجد تكاليف لترقية الإصدارات القديمة.

- نظام رواتب الموظفين: نظام يحافظ على مسيرات الرواتب كاملة، فضلاً عن إمكانية الإضافة والخصم من الرواتب من قِبل النظام. والنظام أيضا يقوم بمراقبة وحساب إجازات الموظفين بأجر وبدون أجر.

- الأدوية: قسم الأدوية هو جزء مهم جداً من المستشفى. حيث يقوم النظام بمتابعة المخزون، وتفاصيل الوصفة الطبية للمريض والمعلومات حولها، ليتم تخزين الوصفات بدقة، ويتم الحفاظ على السجلات لكل مريض، وإصدار فاتورة لها من قِبل النظام، بحيث يتم إضافتها إلى فاتورة المريض عند خروجه.

- سجلات المرضى: النظام يحتفظ بسجل مفصَّل عن كل مريض بمجرد دخوله إلى المستشفى، حيث يتم إنشاء ملف عن حالة المريض تلقائياً، ويتم الاحتفاظ به في شكل مناسب.

- سجلات للموظفين: يقوم النظام بمتابعة نشاط جميع موظفي المستشفى.

- نظام الفواتير مع دعم لتعدُّد اللغات والعملات: نظام فوترة يتم إنشاؤها تلقائياً لكل مريض. ويشتمل على جميع النفقات التي ينبغي أن تـُحسَب على المريض لفترة مكوثه في المستشفى. كما تدعم الخدمة خيارات تعدُّد اللغات والعملات المتعددة.

- تحسين الربحية ورضا المريض: تطبيق متكامل تماماً، ويضمن تدفق سلس للبيانات؛ مما يساعد الإدارة على جَمْع وإدارة وتحليل المعلومات، وتقديم تقارير عن التدفق النقدي. ويساعد التطبيق أيضاً على التفاعل بين الطبيب والمريض، ويُحسِّن التواصل بين المريض والأطباء، والعكس بالعكس.
- يمكن للأطباء استعراض جداول مواعيدهم اليومية عن أي يوم من أي مكان.

- باقات الحوسبة السحابية الجاهزة:

تمثل باقات الحوسبة السحابية الجاهزة نموذجاً من الخدمات الجاهزة التي يمكن أن تحتوي على عدة خدمات في خدمة واحدة، إذ يمكن أن تحتوي الباقة على خدمة بنية تحتية (مثل توفير خط اتصال مخصص)، وعلى تطبيق جاهز للاستخدام كالبريد الإلكتروني. نستعرض فيما يلي اثنتين من أهم باقات الحوسبة السحابية الجاهزة التي تتيحها شركة (STC) حلول. وهذه الخدمات هي: خدمة أعمالي للمنظمات الصغيرة والمتوسطة، وخدمة جهاز-إلى-جهاز (M2M).

o خدمة أعمالي للمنظمات الصغيرة والمتوسطة:

تتيح شركة (STC) حلول خدمة أعمالي، والتي تمثل حلاً متكاملاً لإدارة الأعمال من خلال شبكة الإنترنت. وتهدف خدمة أعمالي إلى ضمان استمرارية أعمال العملاء، حيث تقوم على ربط فروع المنظمات ودمجها في موقع استضافة إلكتروني واحد، وتشكيل مركز واحد للبريد الإلكتروني، بالإضافة إلى الدعم الفني المستمر. وتحتوي الخدمة على تطبيقات سحابية متقدمة وحلول وخدمات الاتصال، والتي يتم تقديمها للعملاء من أصحاب الأعمال الصغيرة والمتوسطة (SMB). وتشمل هذه الخدمة باقة من خدمات الاتصال، مثل: خط اتصال مخصص بسرعات متفاوتة حسب اختيار وحاجة العميل، واشتراك إنترنت، وإدارة توجيه بيانات خاصة للأعمال (managed router)، وعنوان شبكي ثابت (IP)، وخدمة دعم فني على مدار الساعة. ولهذه الخدمة مجموعة من المميزات، مثل:

- خدمة إنترنت ذات سرعة عالية.
- أداء عالٍ في توجيه البيانات.

- توفير مساحة لاستضافة وتهيئة البوابة الإلكترونية للعميل على الإنترنت.
- تسجيل اسم النطاق (Domain Name).
- إمكانية التواصل من خلال الشبكة الخاصة الافتراضية (VPN).
- الخدمة مدعَّمة بحلول وتطبيقات شركاء عالميين في مجال التقنية، مثل: قوقل (Google)، وسيسكو (Cisco)، ومايكروسوفت (Microsoft)، ولينكس (Linux)، وذلك لبناء حزمة منتجات وخدمات جاهزة ومتقدمة.
- يتم تقديم الخدمة بأسعار منافسة، ودعم فني متميّز، ويتم إدارتها على مدار الساعة من خلال فريق عمل متخصص ومحترف وذي خبرات واسعة في خدمة العملاء.

o خدمة جهاز-إلى-جهاز(M2M):

خدمة جهاز-إلى-جهاز(M2M) عبارة عن تقنية تتمثل في شرائح مُصمَّمة خصيصاً لتتناسب مع متطلبات تطبيقات ربط الأجهزة ببعضها البعض (M2M)، التي تُعتبَر جزءًا من منظومة إنترنت الأشياء (IoT)، التي تمثِّل الجيل القادم من تقنيات الاتصال لتمكين الأجهزة من تبادل المعلومات فيما بينها بشكل آلي، وبدون أي تدخل بشري، حيث يتم تحليل هذه البيانات للوصول إلى قرار معين. تتميز هذه الشرائح بتحمُّلها للظروف البيئية القاسية، مثل درجات الحرارة العالية أو الرطوبة، كما أنها مصمَّمة لتحمُّل الصدمات؛ مما يمنحها عمراً افتراضيًّا أعلى قد يصل إلى ١٠ سنوات، وذلك يجعلها مثالية لتشغيل العديد من تطبيقات إنترنت الأشياء (IoT) بكفاءة عالية، مثل: التحكم في الأساطيل، وتتبُّع الأصول، وربط الصرافات الآلية، والعدادات الذكية، وغيرها. وتدعم شرائح (M2M) الاتصال عبر مختلف تقنيات شبكات الاتصالات المختلفة (2G/3G/4G)؛ مما يوفِّر للعملاء أفضل تغطية للشبكة على مستوى المملكة، كما أنها تُقدَّم مع باقات بيانات مختلفة، والتي تلبي متطلبات العملاء؛ مما يمنحهم أفضل أداء بأقل التكاليف. ويُعتبر السوق السعودي من أكثر البلدان نمواً فيما يخصُّ خدمة وحلول جهاز-إلى-جهاز(M2M) في منطقة الشرق الأوسط، وقد حقَّقت بالفعل هذه الخدمة نجاحاتٍ كبيرةً في المنظمات عبر

القطاعات المختلفة، مثل: النقل، والتموين، والطاقة، والمرافق العامة، والمدن الذكية. كما أنَّ اتصال الأجهزة ببعضها البعض (IoT) أصبح من المواضيع الساخنة في الوقت الراهن؛ لما يقدمه اتصال هذه الأجهزة من مميزات للمؤسسات الحكومية والخاصة، فقد أصبحت هذه الخدمة مهمة إستراتيجياً لسوق الاتصال وتقنية المعلومات. ومفهوم خدمات وحلول جهاز-إلى-جهاز (M2M) موجود من عدة سنوات، وتمَّ التوسُّع فيه خلال الوقت الراهن؛ نظراً لازدياد الحاجة للحصول عليه.

ويمكن تطبيق خدمة جهاز-إلى-جهاز (M2M) في عدة مجالات، منها:

- مجال الصناعة والطاقة، ويشمل التشغيل الآلي والقياس عن بُعْد، والصيانة والتحكم عن بُعْد، والشبكات الذكية وإدارة الطاقة، والعدادات الذكية، والرصد البيئي.
- مجال النقل والخدمات اللوجستية، ويشمل إدارة الأساطيل، والسيارات المتصلة، وتتبُّع الأصول.
- مجال الخدمات المالية ومبيعات التجزئة، ويشمل ربط الصرافات الآلية، ونقاط البيع، ومكائن البيع الآلي، وإدارة سلاسل التوريد.
- مجال الرعاية الصحية، ويشمل الرعاية الصحية عن بُعْد، ومراقبة معدات المستشفيات، وأجهزة مراقبة الصحة واللياقة.
- مجال الحماية والأمان، ويشمل المراقبة بالفيديو، وأجهزة الإنذار عن بُعْد.

- الخدمات المساندة:

تبرز خدمة مراكز الاتصال، (Call Centers Services)، كإحدى أهم الخدمات المساندة للخدمات السحابية التي تقدمها شركة (STC) حلول، إضافةً إلى خدمات أخرى، مثل خدمات الدعم الفني ٢٤ / ٧ المصاحبة لأغلب الخدمات التي تقدمها شركة (STC) حلول. ففي بيئة العمل العصرية، يُعدُّ رضا العملاء محور النجاح والبقاء في المنافسة، وتعتبر مراكز الاتصال ضرورية لضمان توفير خدمات ودعم

رفيع المستوى للعملاء الحاليين والمحتملين، حيث تنشئ العديد من المنظمات مراكز اتصالاتها على هيئة مراكز اتصال تقليدية، إلا أنَّ هذا النمط تطوَّر إلى تبني أنماط مراكز الاتصال الافتراضية (عن بُعْد). فعلى العكس من مراكز الاتصال التقليدية، حيث يتواجد كافة العاملين في موقع واحد تحت إدارة فريق من المشرفين في الموقع، تقدِّم خدمة مراكز الاتصال فرصةً غير مسبوقة لتحقيق تلك الأهداف، مع ميزة إضافية وهي قلة تكلفة الملكية والتشغيل، وفي الوقت ذاته زيادة الموثوقية والقابلية لزيادة ساعات العمل والعاملين. وتكمن فكرة خدمة مراكز الاتصال، التي تقدمها شركة (STC)، في توفير مركز اتصال لا يعمل فيه الموظفون من مقر المنظمة المستفيدة، وإنما من مواقع جغرافية مختلفة، وربما من منازلهم. وتساعد مرونة العمل من المنزل واختيار ساعات العمل، على تشجيع الكثير من الأفراد للعمل في مثل هذا النوع من الوظائف، خاصةً الموظفات الإناث اللاتي يعملن من المنزل، حيث تُعدُّ هذه البيئة من العمل الأكثر طلبًا في المملكة العربية السعودية. وعلى مستوى المنظور التنظيمي، يتيح إعداد مراكز الاتصال الافتراضي للمنظمات المستفيدة توفير نفقات البنية التحتية، والتجهيزات، ومساحة المكتب، والتكاليف الأخرى. وتأتي خدمة مراكز الاتصال على نوعين مصممين خصيصاً لسوق العمل في المملكة العربية السعودية: (١) مركز اتصال افتراضي بموظفين، حيث يتم توفير البنية التحتية لخدمات الرقم الموحد وموظفيها، أو (٢) مركز اتصال افتراضي بدون موظفين، حيث يتم توفير البنية التحتية لخدمات الرقم الموحد فقط. ومن فوائد خدمة مراكز الاتصال بشكل عام:

- تقليل التكلفة من خلال تقليص الحاجة إلى مكاتب، وبنية تحتية، وأجهزة، وبرمجيات متخصصة لمركز الاتصال، وطاقم عمل تقنية معلومات متخصص لأغراض الصيانة.

- زيادة مرونة التوظيف من خلال حرية توزيع موظفي مركز الاتصال في مواقع جغرافية مختلفة، فكل ما يحتاجون إليه هو اتصال بالإنترنت، ومتصفح وهاتف. كما تستطيع المنظمات توظيف العدد المطلوب فقط من الموظفين في مركز الاتصال الافتراضي.

- القدرة والقابلية للتوسُّع في العمليات زيادةً أو نقصاناً، استجابة للتغيرات التي تطرأ على الأعمال.
- إدارة فعَّالة للعاملين بغض النظر عن مواقعهم، من خلال توفير أدوات مراقبة وتقارير لقياس مستوى الأداء.
- استمرارية أعلى للخدمة، فالمنظمات التي توظِّف موظفين في مواقع إستراتيجية في جميع أنحاء العالم تضمن خدمة مستمرة على مدار الساعة.
- لا توجد محددات جغرافية.
- إدارة فعَّالة للمكالمات، وتسجيل المكالمات ومتابعتها.
- تقارير دورية ودقيقة.

ومن أهم المزايا المصاحبة لخدمة مراكز الاتصال ما يلي:

- إمكانية تسجيل المكالمات واستعادتها لضمان مستوى الخدمة.
- خاصية الرد الآلي: رد صوتي تفاعلي (IVR)، ونظام الرسائل المخصصة.
- ضبط تواجد الموظفين في النظام: حيث تعرض المكالمات للموظفين المتواجدين فقط أثناء ساعات العمل.
- التوزيع الآلي للمكالمات: تحويل المكالمات وانتظار المكالمات آليًّا، مع نظام انتظار حديث للمكالمات أثناء عدم تواجد الموظفين في مراكز الاتصال.
- للموظفين والمشرفين: لوحة تحكم سهلة الاستخدام للعميل لتحقيق أكبر قدر من الإنتاجية للموظفين ورقابة الإدارة.
- تقارير الأداء: ضبط تقارير الوقت الفعلي والتقارير التاريخية في صيغة رسوم بيانية وجداول.
- رسائل انتظار: للمتصلين مع إمكانية تسجيل معلومات عن المنظمة وعروضها.

- متابعة الوقت الفعلي: تقديم تقارير لتساعد المشرفين على إدارة الموظفين بفاعلية، حيث يستطيع المشرفون المفوضون متابعة أداء الموظفين ومداخلات العملاء مباشرة من أي مكان، حيث يستخدم المشرف متصفح ويب ليختار الموظف الذي يريد متابعة أدائه. وتتيح أزرار واجهة المستخدم الرسومية (GUI) للمشرف متابعة الأداء.

- إمكانية التكامل مع تطبيق إدارة علاقات المستفيدين (CRM).

- **شركة اتحاد اتصالات - موبايلي (Mobily):**

موبايلي (www.mobily.com.sa) هي شركة سعودية، والاسم التجاري لشركة اتحاد اتصالات، وإحدى الشركات الرائدة في قطاع الاتصالات وتقنية المعلومات في المملكة العربية السعودية. دشنت موبايلي خدماتها التجارية في ٢٥ مايو ٢٠٠٥م، وكانت من ضمن أسرع الشركات نمواً في العالم، وأصبحت علامتها التجارية إحدى أقوى العلامات التجارية في قطاع الاتصالات العالمي. واصلت موبايلي إستراتيجيتها الريادية لكي تبقى مصدر الإلهام في إعادة تعريف المفاهيم، ولتستديم بتغيير لغة التنافس، ولكي تستمر من كبرى الشركات الرائدة على المستويات المحلية والإقليمية والعالمية. تقدِّم موبايلي خدمات تكاملية ريادية لثلاثة قطاعات رئيسية، وهي الأفراد والأعمال والمشغلين، كما شيّدت لذلك إحدى أكبر شبكات التغطية اللاسلكية في المملكة والمنطقة، وإحدى أكبر شبكات الألياف البصرية وإحدى أكبر المنظومات لمراكز البيانات في المنطقة والعالم، لتتوج بنيتها التحتية التقنية بأرفع التقييمات والجوائز الدولية، ولكي تبني من خلال ذلك قاعدةً متينةً للانطلاق في منهج الابتكار.

فيما يخصُّ قطاع الأفراد، تقدِّم موبايلي مجموعة من سبعة منتجات تلبي احتياجات الأفراد من استخدام الاتصالات الصوتية، واستخدام الإنترنت، واقتناء الأجهزة المتحركة، حيث تشمل هذه المنتجات:

- باقات الموبايل (الجهاز المتحرك)، وتحتوي على باقات مسبقة الدفع والباقات المفوترة.

- حلول الإنترنت للأفراد، والتي تشمل الإنترنت المتحرك (موبايلي كنكت) على شبكة من الجيل الرابع (4G)، والإنترنت المنزلي (كنكت eLife)، والذي تتراوح سرعاته بين ٢٥ ميجابت في الثانية، و٢٠٠ ميجابت في الثانية.
- باقات الأجهزة، والتي تشمل مجموعة متنوعة من الأجهزة المتنقلة (مثل: آي فون، وسامسونج).
- المتاجر الإلكترونية، والتي تمثل سوقاً إلكترونياً متنوعاً من التطبيقات والألعاب والكتب.
- التجوال والخدمات الدولية، والذي يشمل باقات خاصة بالتجوال الخارجي للمواطنين والمقيمين، والداخلي للزوّار من خارج المملكة.
- الباقات الخاصة، والتي تشمل باقات لأجهزة بلاك بيري، وباقات للرسائل النصية.
- الخدمات المضافة، والتي تشمل خدمات حماية الأجهزة المتنقلة، وخدمات تحديد المواقع، وخدمات إدارة المكالمات، والخدمات الائتمانية، والرسائل، والشرائح المتعددة، وغيرها من الخدمات.

فيما يخص قطاع الأعمال، يتم تقسيم المنتجات والحلول المقدمة إلى ثلاثة أقسام رئيسية، هي:

- الخدمات المتحركة، والتي تشمل المكالمات والبيانات (والتي تشمل باقات موبايلي أعمال المفوترة، والرسائل المجمَّعة للأعمال، وموبايلي أعمال كنكت)، والتجوال الدولي (والذي يشمل خدمة التجوال البحري، وخدمة دليل التجوال الدولي).
- خدمات الربط، والتي تشمل الربط من خلال شبكة الربط الافتراضية عبر بروتوكول الإنترنت، والربط من خلال شبكة الربط الافتراضية (إيثرنت)، والوصول المباشر للإنترنت.
- خدمات تقنية المعلومات، والتي تشمل إنترنت الأشياء والاتصال بين الأجهزة (وتحتوي على خدمة إدارة الأسطول، وخدمة سداد، وخدمة حلول الصراف الآلي)، وخدمات الاستضافة وسحابة الأعمال (وتشمل خدمة استضافة الأعمال المتطورة،

وخدمة البريد الإلكتروني والمشاركة، وخدمة استرداد الخادم الافتراضي والسحابة الذكية، وخدمة السيرفر المدار، وخدمة استضافة مركز البيانات، وخدمة تخزين واستعادة البيانات المدارة، وخدمة النسخ الاحتياطي المدارة لسحابة ذكية، وخدمة الاستشارة السحابية، وخدمة سحابة الأعمال لكافة أنواع المنظمات، وخدمة المنصة السحابية للمنشآت الصغيرة والمتوسطة)، وخدمة الشبكات وأمن المعلومات (وتشمل خدمة مكافحة هجمات حجب الخدمة "Anti-DDoS"، وخدمة الإنترنت الآمن، وخدمة الراوتر المُدار).

أما ما يخصُّ قطاع المشغلين ومزودي الخدمات (ISP)، فتقدِّم شركة موبايلي نوعين من الخدمات التي تغطي المشغلين في الداخل والخارج:

- منتجات محلية، والتي تشمل خدمات مشاركة أبراج الاتصال، وخدمات التجوال المحلي، وخدمة الاستضافة المحلية من موبايلي، وخدمات اتصال الميل الأخير (LMC)، وخدمات بيانات (VSAT)، وخدمات نقل الإنترنت، وخدمة تمكين تشغيل شبكات الاتصالات المتنقلة الافتراضية، وخدمات بيع البيانات بالجملة، وخدمات الألياف الداكنة واسعة الانتشار، وخدمة السعات المحلية.

- منتجات دولية، والتي تشمل خدمات نقل (IPLC)، وخدمات شبكة (MPLS)، وخدمات نقل حركة المكالمات الدولية، وخدمات الدائرة المؤجرة الدولية الخاصة، وخدمات الإنترنت للمشغلين الدوليين، وخدمات بيانات (VSAT)، وخدمة الاستضافة المحلية من موبايلي.

نماذج خدمات الحوسبة السحابية التي تقدمها شركة موبايلي (Mobily):

تقدِّم موبايلي مجموعة كبيرة من حلول تقنية المعلومات والاتصالات، ومن أكثرها تطوراً في المملكة؛ وتتضمن تلك الحلول مركز البيانات، والحوسبة السحابية، وأمن المعلومات، واستمرارية الأعمال، وحلول البنية التحتية، والاتصالات الموحدة. وتتميز خدمات موبايلي المقدمة بموثوقيتها وتنوُّعها وفاعليتها من حيث التكلفة لقطاع الأعمال السعودي عن طريق الاستفادة من شبكة بياناتها الرائدة في هذا المجال، وقدرات الاتصال الفائقة التي توفرها، والبنية التحتية عالمية المستوى، ويشمل ذلك:

- مرافق مركز البيانات الحاصلة على اعتماد الفئات الثانية والثالثة والرابعة من معهد البيانات (Uptime™ Institute)، والمنتشرة في جميع أنحاء المملكة. وبالتالي، تَعِدُ الشركة بتقديم أعلى مستوى من الإتاحة، والوفرة الجغرافية، والأمان المادي والشبكي على السواء.

- بنية تحتية سحابية مؤسسية معتمدة من قِبل (ISMS, SAP 27001:2005® ISO/IEC)، ومُدارَة من قِبَل شركة (Cisco®)، تقدم حلولاً سحابية قابلة للتطوير بشكل كامل، وتضمن في الوقت نفسه المرونة والكفاءة والإتاحة بشكل يضاهي المعايير العالمية.

- مركز عمليات أمنية حاصل على اعتماد الأيزو (9001:27001)، بالإضافة إلى شهادة اعتماد كولفاير وشهادة اعتماد (SAS-70) من الدرجة الثانية. يقع مركز العمليات الأمنية في مركز البيانات المعتمد لدى موبايلي من الفئة الرابعة بالرياض، وهو ما يضمن وضع البيانات الحرجة الخاصة بشركتك في أمان تام، هذا فضلاً عن توافرها على مدار الساعة.

وقد استطاعت موبايلي أن تثبت مكانتها كشركة رائدة في مجال حلول تقنية المعلومات والاتصالات بالمملكة عن طريق تعزيز قدراتها على نحو حيوي ومستمر. وتماشياً مع هذا النهج، استطاعت موبايلي إقامة تحالفات إستراتيجية لها مع اللاعبين الدوليين الرئيسيين في مجال تقنية المعلومات والاتصالات، أمثال: (Accenture، Cisco، EMCtn، IBM، Intel، Microsoft، SAP، Virtustream). ومكنت الخبرة العالمية التي يتمتع بها هؤلاء الشركاء شركة موبايلي من تقديم حلول تقنية متطورة بدعم عالمي المستوى للسوق المحلية. وتربط حلول موبايلي لتقنية المعلومات والاتصالات كافة المنظمات بمختلف الأنواع والأحجام بإمكانات لا حدود لها، وتقدِّم لها مزايا مالية وتشغيلية وتقنية بارزة. وفي الوقت نفسه، يساعد نموذج خدمة المتجر الشامل من موبايلي على التخلص من كافة المشكلات المتعلقة بإدارة العديد من البائعين، والتعامل مع المخاطر التقنية المصاحبة لذلك؛ مما يعود على المنظمات بالراحة والاستقرار.

ويمكن تقسيم نماذج الخدمات ذات العلاقة بتقنية الحوسبة السحابية، والتي تقدمها شركة موبايلي (Mobily)، إلى ستة أقسام:

١. خدمات مراكز البيانات.

٢. خدمات الحوسبة السحابية للأعمال.

٣. خدمات إدارة أمن المعلومات.

٤. خدمات استمرارية الأعمال.

٥. خدمات الاتصالات الموحدة.

٦. خدمات البنية التحتية المُدَارة.

ونستعرض فيما يلي تفصيلاً لكل نموذج من هذه النماذج، مع إعطاء أمثلة من الخدمات لكل نموذج.

- خدمات مراكز البيانات:

أصبح مركز البيانات أحد المرافق المهمة في جميع الاقتصادات، مثله مثل الكهرباء والمياه. وفي الشرق الأوسط، تُعتبَر موبايلي إحدى الشركات الرائدة والسبَّاقة في تقديم حلول تقنية المعلومات والاتصالات في هذا المجال، وهي تعتزم قيادة قاطرة المنطقة بأكملها بالاستعانة بابتكاراتها ومميزاتها الفريدة. وتضمُّ موبايلي ما يربو على ٢٨ مركز بيانات تجارية ومؤسسية منتشرة في جميع أنحاء المملكة. ويحتل كل مركز بيانات موقعاً إستراتيجياً كمركز محوري للعملاء الإقليميين، وهو يلبي كافة المعايير المتطورة من حيث التصميم والبنية. فعلى سبيل المثال، يقع مركز البيانات على نفس المسافة من كافة المدن الإقليمية الرئيسية ليعمل بمثابة موقع للتعافي من الكوارث يمكن الوصول إليه عبر اتصالات متعددة عالية الجودة بالتعاون مع محطات الاتصال الإقليمية المجاورة. وتُعتبَر موبايلي الشركة الأولى في تقديم خدمات تقنية المعلومات والاتصالات في المنطقة، وتمتلك عدد (٢) من مراكز البيانات المعتمدة الفئات من معهد البيانات (Uptime™ Institute) ضمن مسافة ذات تكرار متزامن.

وتستفيد موبايلي من مراكز البيانات المتطورة والمعتمدة من مؤسسة Uptime™ Institute والمتواجدة داخل المملكة، لتقدِّم الخدمات التالية:

- خدمة استضافة مركز البيانات توفِّر مساحة للمنظمات لوضع أجهزة الخادم والتخزين وأجهزة الشبكة في مراكز بيانات موثوق بها على مستوى المملكة. ومراكز البيانات من الفئة الثالثة والفئة الرابعة والتابعة لموبايلي معتمدة من معهد البيانات (Uptime™ Institute)، وتوفر خصائص أمن الأجهزة وأمن الشبكة بمستويات متعددة، وتكرار كامل للطاقة، واتصال عالي السرعة بالشبكة. وتطبِّق موبايلي أسلوب الوحدات القياسية في خدمة الاستضافة في مركز البيانات، وتقدِّم عروضاً متنوعة، مثل الوحدات المغلقة وغير المغلقة وخدمات الغرف الخاصة، التي تدعمها خدمة عملاء ٢٤ / ٧ عن بُعْد وبالموقع، إلى جانب اتفاقيات مستوى خدمة شاملة (SLA).

- خدمة استضافة الأعمال المتطورة تقدِّم وحدات مجهزة بالكامل لاستضافة الأجهزة، والخدمة مدعمة بالعديد من خدمات القيمة المضافة، مثل: بروتوكول طبقة المنافذ الآمنة (SSL)، والشبكة الافتراضية الخاصة (VPN)، وخدمات الاتصال الجاهزة، وعنوان بروتوكول الإنترنت العام (IP)، والرصد الاستباقي، إلى جانب عدد من الخدمات الأخرى . وتتوفر كذلك خدمات موازنة الأحمال (load balancing)، وجدران الحماية النارية (fire walls)، ومنع المتطفلين وتقييم المخاطر، ومكافحة هجمات تعطيل البوابات الإلكترونية والخدمات الإلكترونية (DDoS Protection).

- خدمات الحوسبة السحابية للأعمال:

توفِّر خدمات الحوسبة السحابية للأعمال من موبايلي نموذجاً مرناً لموارد تقنية المعلومات عند الطلب، ويتيح هذا النموذج خفضاً في التكلفة، ويعزِّز في الوقت نفسه نشاط وحيوية الأعمال. وتشمل المجموعة المتكاملة من خدمات الحوسبة السحابية كافة النطاقات ووسائط التقديم، بما يساعد على إطلاق قدرات الابتكار للمنظمات والحصول على أقصى قيمة من الأعمال. وتشمل خدمات الحوسبة السحابية للأعمال: خدمة الاستشارات السحابية، وخدمة البنية التحتية كخدمة (IaaS)، وخدمة البرمجيات كخدمة (PaaS). نستعرض فيما يلي وصفاً موجزاً لكلٍّ من هذه الخدمات.

- خدمة الاستشارات السحابية:

تقدِّم خدمة الاستشارات السحابية من موبايلي تقييماً متعددَ الأبعاد على مدى أربعة أسابيع للبنية التحتية لتقنية المعلومات الخاصة بالعملاء، وتساعدهم على اتخاذ

القرارات المهمة المطلوبة لصياغة إستراتيجية تقنية المعلومات. وتتكون الخدمة من تحليل الجاهزية السحابية، والتقييم التشغيلي، وتقييم أمن المعلومات، وتقييم الالتزام. وتقدِّم موبايلي كذلك توصياتٍ من خبراء بشأن البنية التحتية وتطوير الأعمال، والتعرف على البائعين، ووضع خارطة لتكلفة الانتقال وتخفيف المخاطر.

- خدمات البينة التحتية كخدمة:

  o خدمة السحابية الخاصة يتم تقديمها بالتعاون مع شركاء إستراتيجيين، لتمكّن المنظمات من نشر بنية تحتية حاسوبية بمواقعها مع أدوات إدارة خدمة الحوسبة السحابية. وتشمل الخدمات المتقدمة المتضمنة مع هذه الخدمة كلًّا من الإدارة عن بُعْد والرصد والدعم بالموقع.

  o خدمة سحابة الأعمال لكافة أنواع المنظمات يتم تقديمها بالتعاون مع (Virtustream-EMC) كشريك إستراتيجي لتوفِّر للأعمال منصة للحوسبة السحابية عالية الأداء وعلى مستوى المنظمات، وذلك بناءً على تقنية (µVM™) الفريدة من (Virtustream). وتساعد الخدمة على تعزيز الكفاءة التشغيلية والعائد على الاستثمار، كما تقدِّم مرونة مالية أكبر من خلال تطبيق نموذج الفوترة حسب الاستخدام (pay-per-use).

  o خدمة سحابة الأعمال الهايبرد لكافة أنواع المنظمات، التي توفِّر إلى جانب خدمة سحابة الأعمال للمنظمات، مرونة في مزج ومطابقة خدمات الحوسبة السحابية المختلفة اعتماداً على متطلبات محددة. وتمكِّن الخدمة من إدارة الأعمال ذات العلاقة بالبيانات والتطبيقات المهمة والحساسة في السحابة الخاصة بمواقع تلك الأعمال.

- خدمات البرمجيات كخدمة:

  o خدمة (SAP) بزنس ون تُقدَّم بالتعاون مع (SAP) كشريك إستراتيجي، وتوفِّر للمنظمات الصغيرة أو التابعة لمنظمات كبيرة حلاً شاملاً لإدارة العمليات المهمة ضمن عرض قائم على الحوسبة السحابية. ويمكن للأعمال الحصول على مرونة في

الدفع من خلال تطبيق نموذج الاشتراك حسب المستخدم لكل شهر، وبعد ذلك تتولى موبايلي تنفيذ المهام.

- o خدمة (SAP) المُدَارَة هي منصة متعددة المستخدمين وقائمة على الحوسبة السحابية لإدارة ساب (SAP)، (الأنظمة والتطبيقات والمنتجات)، وتعمل على خَفْض تكلفة إدارة التطبيقات بنسبة تصل إلى ٤٠%، ويوفر هذا الحلُّ إمكانية إدارة البنية التحتية وقاعدة البيانات والتطبيقات باستخدام خدمة سحابة الأعمال للمنظمة، وخدمة سحابة الأعمال الهايبرد للمنظمات من موبايلي.

- o خدمة البريد الإلكتروني والمشاركة هي مجموعة متكاملة من حلول الاستضافة التي تستفيد من تقنية مايكروسوفت، ويمكن الاستفادة منها دون أي مبلغ استثمار، وبأقل تكلفة إجمالية لتكلفة الامتلاك. وتتضمن الخدمة تقنية مايكروسوفت (Lync)، واستضافة خدمة البريد الإلكتروني، وخدمة هوستيد شيربوينت (hosted SharePoint)، وتسجيل اسم النطاق الخاص، واستضافة المواقع/البيانات، وبناء الموقع، إضافة إلى حلول محاربة الفيروسات وإيقاف البريد المزعج، وغيرها.

- خدمات إدارة أمن المعلومات:

تتألف مجموعة خدمات أمن المعلومات التي تقدمها موبايلي من عدد كبير من حلول إدارة أمن المعلومات السحابية، والتي توفِّر الأدوات والتقنيات والخبرات المطلوبة لتأمين أصول المعلومات الخاصة بالشركة لمدة ٢٤ / ٧، وفي كثير من الأحيان بجزء فقط من تكلفة موارد أمن المعلومات التي تُقام داخل المنظمة. نستعرض فيما يلي وصفاً موجزاً لكلٍّ من هذه الإمكانات والخدمات التي توفرها شركة موبايلي في مجال إدارة أمن المعلومات.

- مركز عمليات أمن المعلومات المحلي (SOC) هو مشروع مشترك بين موبايلي وشركة (IBM)، ويحمل المركز شهادة (ISO 27001:9001) وشهادة كولفاير وشهادة (SAS-70 الفئة ١١. ويقع المركز داخل مركز بيانات موبايلي من الفئة الرابعة بالرياض، بما يضمن توفُّر البيانات المهمة للمنظمات وبقاءها داخل المملكة. ويوظِّف مركز عمليات أمن المعلومات محللين متخصصين في أمن المعلومات، ويستخدم أنظمةً متطورةً وذكيةً

في أمن المعلومات، بينها نظام تحليل المخاطر إكس فورس (XFTAS) من (IBM)، ونظام إدارة معلومات وأحداث أمن المعلومات (SIEM) عبر السحابة.

- خدمة إدارة أحداث وسجلات أمن المعلومات، تقوم بجَمْع ملفات الأحداث والسجلات من تطبيقات الشبكة وأنظمة التشغيل وتقنيات أمن المعلومات في منصة واحدة. وتتيح الخدمة كذلك التحليل الآلي للبيانات عبر مجموعة متنوعة من السجلات.

- خدمة إدارة ثغرات أمن المعلومات: هي حل سحابي يتم من خلاله إجراء مسح لثغرات الشبكة عبر السحابة، ويتضمن نتائج انسياب المعالجات بما يمكِّن من منع المهاجمين من استغلال نقاط الضعف في الشبكة والتأثير على العمليات.

- خدمة إدارة أجهزة شبكة أمن المعلومات: هذه الخدمة مُصمَّمة بحيث تشتمل على أجهزة جدران الحماية النارية، وأجهزة كشف ومنع محاولات الاختراق، وأجهزة الإدارة الموحَّدة لوقف التهديدات للحدِّ من النفقات العامة التشغيلية المرتبطة بالإدارة اليوميّة لتقنيات أمن المعلومات المركزية، والتي تعتبر من العناصر الأساسية لتمكين موقف أمن المعلومات داخل المؤسسة. وتوفر هذه الحلول إدارة استباقية لأجهزة شبكة أمن المعلومات، ومراقبة التهديدات المحتملة.

- خدمات استمرارية الأعمال:

في ظلِّ ارتفاع مستويات النضج، تسعى المنظمات في كافة القطاعات بالمملكة إلى خَفْض زمن توقف تقنية المعلومات نتيجةً للأعطال الناتجة عن عوامل معيقة، مثل: الاختراقات لأمن المعلومات، وأعطال الشبكة، وتوقُّف التطبيقات، والصيانة الدورية، والكوارث الطبيعية. ويؤدي ذلك إلى ارتفاع الطلب على تطبيق حلول استمرارية الأعمال، والتعافي من الكوارث (BCDR)، وتلجأ العديد من المنظمات في الوقت الحالي إلى الحصول على هذه الخدمات من أحد مقدمي الخدمة. وتلتزم موبايلي بالتعاون مع (IBM) كشريك إستراتيجي بتوفير أفضل خدمات استمرارية الأعمال بالاعتماد على أدوات أتمتة (تشغيل آلي) مثبتة وأدوات حوسبة سحابية مثبتة لتسهيل استعادة أجهزة الخادمة بشكل أسرع وثقة أكبر، وذلك لكافة المنظمات بمختلف أحجامها. هناك خدمتان من خدمات استمرارية الأعمال التي تقدمها شركة موبايلي، وهما على النحو التالي:

- خدمة السحابة الذكية للنسخ الاحتياطي المُدَارَة: هي خدمة سحابية تساعد المنظمات على الوصول إلى بياناتها المهمة في حالات توقُّف الخدمة لأي حدث غير متوقع . وتعمل هذه الخدمة المرنة على تحسين أداء النسخ الاحتياطي واستعادة البيانات، وتضمن في الوقت نفسه توفُّرَ البيانات بشكل مستمر.

- خدمة السحابة الذكية لاسترداد الخادمات الافتراضية: تقدِّم هذه الخدمة حلاً مداراً بالكامل لتضمن استمرارية التطبيقات، بما يمكِّن من تكرار صور جهاز الخادم. وتتميز الخدمة بقدرتها على استعادة الأنظمة المهمة خلال دقائق معدودة.

- خدمات الاتصالات الموحدة:

تحتل موبايلي مركزًا متقدماً في تقديم خدمات المشاركة الموحدة على مستوى عالمي للشركات في كافة أنحاء المملكة. وتستفيد موبايلي من تقنيات الجيل التالي لتقدِّم خدماتٍ متميزةً، تمتد من غرف اجتماعات المجالس إلى أجهزة سطح المكتب والأجهزة الذكية. هناك سبعة أنواع من خدمات الاتصالات الموحَّدة التي تقدمها شركة موبايلي، وهي على النحو التالي:

- خدمة الهاتف المكتبي، توفِّر اتصالات سحابية مدمجة تشمل الصوت والرسائل والمؤتمرات بالإضافة إلى الخطوط الأرضية. ويتم استضافة الخدمة عبر مراكز البيانات التابعة لموبايلي في بيئة آمنة، لتوفِّر للعملاء أقل تكلفة.

- خدمة الاتصالات الموحدة المُدَارَة، توفِّر منصة اتصال عبر بروتوكول الإنترنت لتوفِّر ما يصل إلى ٣٠٠ خط اتصال لكل راوتر، باستخدام أجهزة سيسكو. وتتوفر خيارات قياسية ومتقدمة لتوفِّر اتصالات متكاملة تشمل خدمات الصوت والرسائل والاجتماعات.

- خدمة الاجتماعات عن بُعْد، توفِّر مؤتمرات الفيديو من الجيل التالي عبر أجنحة اجتماعات على أعلى مستوى تقع في مراكز أعمال في مختلف أنحاء العالم. وتُقدَّم هذه الخدمة عبر غُرف الاجتماعات عن بُعْد في كلٍّ من الرياض وجدة والخُبر.

- خدمة الاجتماعات عن بُعْد للمنظمات، تقدِّم خدمة مؤتمرات الفيديو من الجيل التالي للشبكات (NGN) على أعلى مستويات الجودة، وذلك عبر شبكة موبايلي من الجيل التالي للشبكات. وتوفِّر الخدمة للمنظمات إمكانية المشاركة في الزمن الحقيقي، حيث

يمكن للموظفين في مختلف المواقع التواصل مع بعضهم البعض كما لو أنهم في الغرفة نفسها. وتتوفر خدمة الفيديو عن بُعْد للمستخدمين الذين يستخدمون الأجهزة الذكية، مثل: الهواتف الذكية، والحاسبات اللوحية، والحاسبات المحمولة.

- خدمة لوحات التواصل الرقمية، توفِّر شاشات ديناميكية من الجيل التالي للشبكات بدرجة وضوح عالية لعرض محتوى الملتيميديا في الزمن الحقيقي في الأماكن العامة لأغراض إعلامية وإعلانية. وإلى جانب توفير المحتوى العام، تشمل الحلول تطبيق الأكشاك ذاتية الخدمة والوسائط المشابهة مع تطبيقات تفاعلية ذكية.

- خدمة تلفزيون الأعمال التفاعلي، هي خدمة تلفزيون رقمي تُقدَّم للمنظمات عبر اتصال عالي السرعة من موبايلي. وتحوِّل الخدمة التلفزيون من وسيط سلبي إلى منصة نشطة بتمكين العملاء من التفاعل مع الجهاز، وتوفِّر لهم في الوقت نفسه مجموعة عريضة من المحتوى الغني عبر جهاز الاستقبال الرقمي، ليتمكن العملاء من التفاعل بشكل أكبر مع أجهزة التلفزيون مقارنة بالأجهزة التقليدية دون الحاجة لكابلات.

- خدمة البريد الإلكتروني والمشاركة، هي مجموعة متكاملة من حلول الاستضافة التي تستفيد من تقنية مايكروسوفت، ويمكن الاستفادة منها دون أي مبلغ استثمار وبأقل تكلفة إجمالية للامتلاك. وتتضمن الخدمة تقنية (Microsoft Lync)، واستضافة خدمة البريد الإلكتروني، وخدمة هوستيد شيربوينت (hosted SharePoint)، وتسجيل اسم النطاق الخاص، واستضافة المواقع/البيانات، وبناء الموقع، إضافةً إلى حلول محاربة الفيروسات وإيقاف البريد المزعج، وغيرها.

- خدمات البنية التحتية المُدَارة:

يتم تنفيذ العديد من المبادرات الاستثمارية في الوقت الراهن في المملكة، ويُتوقَّع أن تزداد الاستثمارات في الاتصالات وتقنية المعلومات في السنوات المقبلة، وبخاصة أن المنظمات، بغض النظر عن حجمها أو القطاع الذي تعمل فيه، ستستثمر في التقنيات الجديدة بما يمكِّنها من تعزيز فعاليتها ونشاطها في مواجهة متطلبات الأعمال التي تتطور بشكل مستمر. ومع انتقال المنظمات من إدارة عمليات تقنيات المعلومات الخاصة بها داخلياً إلى الاستفادة من مقدمي الخدمة الخارجيين، يُتوقَّع أن يرتفع الطلب على خدمات البنية التحتية المُدَارَة ضمن خدمات الاستعانة بمصادر خارجية

على مدى السنوات القادمة. وتقدِّم موبايلي عدداً من خدمات البنية التحتية المُدَارَة، التي تساعد المنظمات على إدارة بنياتها التحتية بتكلفة منخفضة. وهذه الخدمات قابلة للتوسُّع والانكماش، بما يمكِّنها من تلبية احتياجات المنظمات بمختلف أحجامها، ويتم تقديمها مع اتفاقيات مستوى خدمة (SLA) مفصلة، بما يضمن أعلى مستويات جودة الخدمة والشبكات والاستمرارية، ويتم تقديم تقارير دورية في الحالات التي تتطلب ذلك بما يمكِّن العميل من البقاء على مطلعاً بشكل مستمر. وتتيح موبايلي ثلاث خدمات من الخدمات الخاصة بالبنية التحتية المُدَارَة، وهي على النحو التالي:

- خدمة الراوتر المُدَار، التي توفِّر للعملاء خدمة بمواصفات عالمية لإدارة الشبكة، ويدعمها طُرُق مرنة لاختيار وتركيب ومراقبة أجهزة الراوتر عبر اتفاقيات مستوى خدمة دقيقة من خلال خدمات شبكة الربط الافتراضية عبر بروتوكول الإنترنت (IPVPN)، وخدمة النفاذ المباشر للإنترنت (DIA) من موبايلي.

- خدمة السيرفر المُدَار، وهي منصة أجهزة حاسوبية مصمَّمة لتوفِّر وظائف خادم الشبكة من خلال خيارات أنظمة تشغيل مختلفة، كما تقدِّم نموذجاً متغيراً للمنظمات لاستضافة تطبيقات الأعمال الخاصة بها. ويتم تقديم خدمات السيرفر المُدَار في باقتين تلائمان مختلف احتياجات العملاء: باقة السيرفر المُدَار المخصصة (MDS)، وباقة السيرفر المدار الافتراضية (VSP).

- خدمة تخزين واستعادة البيانات المُدَارة، وتمثل حلاً للتعافي من الكوارث، وتُقدَّم مع خدمة السيرفر المُدَار؛ وذلك لتأمين البيانات الحساسة المخزنة في حالات وقوع أحداث غير متوقعة.

٣/١٢ حالات تطبيقية من خارج المملكة العربية السعودية:

نستعرض في هذا الجزء ثلاث تجارب تمثِّل حالات دراسية لمنظمات خاصة وحكومية استفادت واستغلت الحوسبة السحابية لخلق قيمة مضافة. وتحكي كل تجربة كيفية قيام فرق العمل في تلك المنظمات باستغلال الخدمات المتاحة في الحوسبة السحابية لتحقيق أهدافها والوصول إلى عملائها بشكل سريع ومرن وبمستويات مذهلة من الجودة والاستيعاب، ودون أن يستلزم ذلك الحاجة إلى اقتناء بُنَى تقنية تحتية، كالتجهيزات المادية والبرمجيات الباهظة الثمن. تشمل هذه التجارب كلًّا من شركة إنستقرام (Instagram)،

وشركة نتفليكس (Netflix)، والمديرية الوطنية للأرصاد والمحيطات (NOAA) في الولايات المتحدة الأمريكية.

١- شركة إنستقرام (Instagram) من الصفر إلى مليار دولار:

في عام ٢٠١٠م، تمَّ إطلاق تطبيق مشاركة الصور، ويُسمَّى إنستقرام (www.instagram.com). وقام ما يقارب ٢٥٠٠٠ مستخدم بالتسجيل في أول يوم من إطلاق التطبيق. وبعد مرور ثلاثة أشهر وصل عدد مستخدمي التطبيق إلى مليون مستخدم، وبعد فترة قصيرة وصل العدد إلى ١٠ ملايين مستخدم. في ذلك الوقت، لم يكن متاحاً لدى الشركة سوى النسخة التي تعمل على نظام التشغيل الخاص بأبل (iOS) كتطبيق يعمل على الأجهزة المتنقلة فقط، وبالتالي كان التطبيق محصوراً على مستخدمي جهاز آي فون (iPhone) المتنقل. وبعد مرور عام كامل، وصل عدد مستخدمي التطبيق إلى ٣٠ مليون مستخدم. وبعد إطلاق نسخة التطبيق التي تعمل على بيئة أندرويد (Android) انضمَّ ما يقارب من مليون مستخدم في اليوم الأول. وفي إبريل ٢٠١٢م، وبعد أقل من سنتين من إطلاق التطبيق، استحوذت شركة فيسبوك (Facebook) على إنستقرام بمبلغ يُقدَّر بمليار دولار. وفي سبتمبر ٢٠١٢م، أقل من سنتين بشهر من إطلاق التطبيق، وصل عدد مستخدمي تطبيق إنستقرام إلى ١٠٠ مليون مستخدم.

من المذهل في هذه التجربة معرفة أن التطبيق كان تحت إدارة ثلاثة مهندسين من الشباب وبميزانية مالية محدودة، وكانوا قادرين على تقديم حلول برمجية ومستضافة بالكامل على السحابة العامة. وتزداد الدهشة عند معرفة كيف سيكون التوسُّع بهذه السرعة الكبيرة في بيئة تقنية تقليدية، حيث يتم امتلاك وإدارة مركز البيانات داخلياً بجهود ذاتية. وبمعنى آخر، لو بدأ هؤلاء الشباب عملهم بمركز بيانات داخلي وخاص، فمن الصعب تخيل كيف سيكونون قادرين على شراء التجهيزات المادية وتركيبها وتشغيلها وإدارتها بسرعة كافية للاستمرار والتماشي مع هذا النمو الهائل في الأعمال. فلو لم تكن بيئة العمل على السحابة العامة، ولو لم يكن متاحاً إمكانية التوسُّع المرن في القدرات الحاسوبية والتقنية عند الحاجة، لما كانوا قادرين على تحقيق هذا النجاح الباهر، إذ إنَّه بالتأكيد سيتعرضون لعطل وتوقُّف في الأعمال بسبب الوصول إلى الحد الأعلى من الطاقة الاستيعابية للموارد الحاسوبية المتاحة. تسلِّط هذه التجربة الضوء على القدرة الهائلة للموارد الحاسوبية المتاحة عند الطلب وبشكل سريع. كان هؤلاء المهندسون قادرين على بناء نموذج معماري سحابي مذهل ومرن وقابل للتوسُّع في موارده في وقت قصير جداً. لقد تخلَّص هؤلاء المهندسون من عبء إدارة

مركز البيانات والشبكة الحاسوبية، ومن البحث عن التجهيزات المادية والبرمجيات اللازمة واختيارها وشرائها وتركيبها وإعدادها وإدارتها، فيما لو كانت الاستضافة داخلية. بدلاً من ذلك، كان تركيزهم على بناء وتشغيل ومتابعة التطبيق البرمجي، وعلى خبرة المستفيد التي اكتسبوها.

٢- نتفليكس (Netflix) التحوُّل من مكان العمل الداخلي إلى السحابة:

تُعتبر شركة نتفليكس (www.netflix.com) إحدى الشركات الرائدة في مجال عرض محتوى الفيديو المتدفق عبر شبكة الإنترنت. في عام ٢٠٠٩م، كان ما نسبته ١٠٠% من حركة الفيديو لعملائها تمرُّ عبر مركز البيانات الخاص بالشركة. بنهاية عام ٢٠١٠م، معظم هذه الحركة تحولت لتعمل على بيئة سحابة عامة تمَّ استئجارُها من شركة أمازون. كان هدف شركة نتفليكس لعام ٢٠١٣م أن يكون هناك ٩٥% من كل خدماتها، بما في ذلك الخدمات التشغيلية وليس فقط حركة الفيديو، تعمل على السحابة. وتوضِّح الشركة في مدونتها على بوابتها الإلكترونية الأسباب الداعية لهذا التحوُّل، وبالأخص الكم الهائل من حركة الفيديو القادمة إلى مركز بياناتها التي تطلبت منها إعادة النظر في الحلول القائمة لتلبية احتياجات العملاء. وفي النهاية، قررت الشركة التركيز على عملها الأساسي وتطويره، وترك شركة أمازون مالكة السحابة العامة (AWS) القيام بأعمال البنية التحتية التقنية. وأشارت شركة نتفليكس إلى أنَّ من ضمن الأسباب التي دعتها إلى التحوُّل للسحابة، صعوبة التنبؤ بحركة الفيديو عبر الشبكة في المستقبل. وإذا علمنا أن الشركات التي تقوم ببناء حلولها التقنية داخلياً، بدون سحابة، يجب عليها أن تقوم بشراء قدرات تقنية كبيرة للتعامل مع الزيادات الهائلة في طلبات العملاء، فسيصبح الأمر أكثر تعقيداً عندما لا تتمكن تلك الشركات من التنبؤ بشكل دقيق بمقدار تلك الطلبات، وبالتالي عدم تحديد القدرات التقنية المطلوبة. وبذلك شعرت شركة نتفليكس أنَّ من مصلحتها استغلال موارد السحابة المتاحة، بناءً على الطلب وبناء على قدراتها القابلة للتوسُّع والانكماش بشكل ذاتي؛ وذلك حتى تتأكد من أنَّ استخدام الموارد التقنية يتطابق بنفس المعدل مع حركة طلبات الفيديو القادمة لها. وقد أضاف هذا التحوُّل من الاعتماد على الموارد التقنية الداخلية إلى الاعتماد موارد السحابة ميزةً تنافسية للشركة. بمعنى آخر، أصبحت الشركة قادرةً على التوسُّع بمستويات مذهلة (في نوفمبر ٢٠١٢، استولت شركة نتفليكس على ما نسبته ٢٩% من حركة البيانات على الإنترنت في شمال أمريكا)، وفي الوقت نفسه خفضت تكاليفها وقللت من المخاطر المرتبطة بتعطُّل حركة البيانات من وإلى موارد الشركة التقنية.

٣- استخدام البريد الإلكتروني السحابي من قِبَل القطاع الحكومي:

قامت المديرية الوطنية للأرصاد والمحيطات (www.noaa.gov) في الولايات المتحدة الأمريكية بالانتقال إلى البيئة السحابية عن طريق نقل خدمة البريد الإلكتروني إلى السحابة، وذلك باستخدام البريد الإلكتروني الخاص بـ (Google GMail) في بداية عام ٢٠١٢م. مديرية (NOAA) عبارة عن جهة حكومية بها أكثر من ٢٥٠٠٠ موظف، وتكمن مهام المديرية في التنبؤ بالتغيرات في الطقس والمناخ والمحيطات والسواحل البحرية. ويعمل موظفو (NOAA) في أحوال وأماكن متعددة؛ كالعمل جوياً وبرياً وبحرياً، ويعتمد هؤلاء الموظفون في عملهم على أجهزة إلكترونية متصلة بالإنترنت، ويتشاركون المعلومات بتبادلها مع فرق عمل متعددة تتبع لجهات حكومية وغير حكومية. ولتمكين وتفعيل قدرات البريد الإلكتروني والشراكة مع الجهات الأخرى، اختارت (NOAA) الحلول المبنية على السحابة، والتي تشمل البريد الإلكتروني، والرسائل الفورية، والمؤتمرات المرئية، والتقاويم المشتركة، ومشاركة الوثائق. وقد أسهم الانتقال إلى الخدمات السحابية في تقليص التكاليف المالية إلى النصف، كما أسهم في إزالة عبء إدارة تحديثات البرمجيات وإدارة التجهيزات المادية في بيئة تقنيَّة موزَّعة ومرتبطة بأجهزة متعددة. وتشير إدارة الموارد في (NOAA) إلى أن البريد الإلكتروني المبني على السحابة وأدوات المشاركة أصبح أكثر سرعةً وأكثر سهولةً للنشر من الحلول التقنية المطورة داخلياً، كما أن الخدمات أصبحت أكثر حداثة. وقد نشأ عن الانتقال إلى البيئة السحابية تقديم خدمة أفضل، وبمواصفات أعلى، وجهود أقل، وبتكاليف مالية أقل.



الملاحق

ملحق (١): أبرز مزودي خدمات الحوسبة السحابية

يتم استعراض بعض المعلومات عن بعض مزودي الخدمات السحابية الموجودين حالياً في سوق عمل الحوسبة السحابية، وعن بعض الخدمات التي يقدمونها. ينبغي الإشارة إلى أنَّ الغرض من استعراض هذه المعلومات في هذا الملحق، هو التعريف ببعض مزودي الخدمات السحابية وليس تحديد أفضلهم أو أكثرهم مناسبةً لتلبية احتياجات المستفيد. لذا يُوصَى مَنْ يرغب باختيار مزود خدمة سحابية بعمل تقييم دقيق لكل مزود خدمة مرشَّح وفقاً لمعايير تمَّ التطرق إليها في الفصل التاسع من هذا الكتاب.

ولغرض تجميع بعض المعلومات عن المزودين، تمَّ الرجوع إلى بعض التقارير الدورية الصادرة من مؤسسات مرموقة، مثل: قارتنر (Gartner)، وفوريستر(Forrester)، وماكافي (Mcaffe)، وإنفوسيك (InfoSec)، وتقارير مجلس العملاء لمعايير السحابة (Cloud Standards Customer Council)، إضافةً إلى المحتويات المتاحة عبر شبكة الإنترنت على البوابات الإلكترونية لمزودي الخدمات السحابية المذكورين. لذا ينبغي التأكيد على أنَّ المعلومات المتاحة في هذا الملحق عن كل مزود خدمة سحابية ليست شاملة أو مفصَّلة أو كافية لاتخاذ أي قرار حيال تبنّي الحوسبة السحابية، لكن الهدف منها التعريف بطبيعة أعمال المزودين وبعض الخدمات المتاحة لكل منهم. قد يتم التطرُّق في هذا الملحق إلى خدمات قد يعتبرها البعض غير مهمة، كما قد لا يتم ذكر بعض الخدمات التي يعتبرها البعض مهمة. وفي السياق نفسه، ونظراً للطبيعة المتغيرة والمتقلبة لسوق الحوسبة السحابية، لا يمكن ضمان أنَّ مزودي الخدمات السحابية الذين يتم التطرق إليهم في هذا الملحق سوف يظلُّون مستمرين في تقديم نفس الخدمات السحابية أو بنفس الخصائص والمميزات، أو حتى سيظلُّون مستمرين في سوق العمل. ومع ذلك، يُتوقَّع بالاطلاع على محتويات هذا الملحق أن يتم الحصول على تصوُّر معقول عما يحدث في مجال خدمات الحوسبة السحابية مع وجود بعض الأمثلة الفعلية، ووصف لبعض الخدمات المقدمة حالياً في سوق العمل.

يوضح الجدول التالي أبرز مزودي الخدمات السحابية الذين يتم استعراض خدماتهم السحابية.

رقم	مزود الخدمات السحابية	رقم	مزود الخدمات السحابية
١	أمازون - Amazon	٢	أبل - Apple
٣	إيه تي آند تي - AT&T	٤	سيسكو - Cisco
٥	كلاودشير - CloudShare	٦	ديل - Dell
٧	قوقل - Google	٨	إتش بي - HP
٩	آي بي إم - IBM	١٠	مايكروسوفت - Microsoft
١١	سيلسفورس دوت كوم Salesforce.com	١٢	في إم وير - VMware

أمازون -Amazon:

تُعتبَر خدمات أمازون السحابية (aws.amazon.com) معياراً مرجعياً للخدمات السحابية لأسبقيتها في سوق الحوسبة السحابية، حيث تُعتبَر شركة أمازون لخدمات الويب رائدةً في تقديم حلول مبتكرة لخدمات الحوسبة السحابية. ولقد كان للشركة أولوية بين المزودين في صناعة الخدمات السحابية، حيث قامت بتسليم أول خدمتين سحابيتين: الأولى للتخزين (Amazon S3)، والثانية للحوسبة (Amazon EC2) خلال عام ٢٠٠٦. كانت انطلاقة الشركة بدايةً تستهدف الشركات الصغيرة كعملاء، ومجموعات التطوير البرمجي داخل الشركات العملاقة، ثُمَّ أصبح تركيزها ينصبُّ على سد متطلبات الشركات الكبرى خصوصاً في المجال البنكي والخدمات المالية. وعلى الرغم أن أمازون للخدمات السحابية (AWS) تعرض عددًا كبيرًا ومتنوعًا من الخدمات السحابية، إلا أن تركيز معظم العملاء والمستفيدين يتجه نحو خدمة الحوسبة (EC2) وخدمات التخزين المرتبطة بها (S3)، حيث توفِّر للمستفيد إمكانية استخدام قوالب جاهزة للخوادم الافتراضية لتسهيل عملية إنشائها وتفعيلها، سواءً كان ذلك في بيئة مشتركة أو بيئة افتراضية.

تشكِّل خدمة (Amazon EC2)، وهي خدمة الحوسبة المرنة، الجزء الرئيسي لمنصة الحوسبة السحابية الخاصة بأمازون. تسمح هذه الخدمة للمستفيد بحجز خوادم افتراضية لتشغيل تطبيقاته الإلكترونية عليها. وتشجِّع خدمة (EC2) على النشر القابل للقياس والتطوير للتطبيقات الإلكترونية عن طريق إتاحة خدمة يستطيع المستفيد من خلالها إنشاء نسخة من خادم افتراضي (Virtual Machine Instance)، يمكن أن تحتوي على أي برمجية يريدها المستفيد. تختلف الخوادم الافتراضية عن بعضها البعض في عدد وحجم ونوع الموارد السحابية المخصصة معها؛ كالذاكرة الثانوية الافتراضية، أو وحدات المعالجة المركزية الافتراضية، أو وسائط التخزين الافتراضية، أو أنظمة التشغيل المشغِّلة لها، مثل: ويندوز، ولينكس. ويستطيع مستخدم خدمة (EC2) إنشاء وإطلاق وإنهاء أي عدد من الخوادم الافتراضية بناء على طلبه، ويقوم بدفع الأجر مقابل الاستخدام بالساعة؛ لذلك تُوصَف هذه الخدمة بالمرنة. يستطيع مستخدم خدمة (EC2) أن يختار ويتحكم في الموقع الجغرافي لكل نسخة يقوم بإنشائها؛ مما يُحسِّن الأداء، ويرفع مستوى الإتاحة.

ويمكن الوصول لخدمة التخزين البسيط (Amazon S3) من خلال واجهة تطبيقات برمجية، مثل: (REST، SOAP، BitTorrent). تتيح هذه الخدمة العمليات الرئيسية للتعامل مع البيانات؛ كالتخزين، والاسترجاع، ومنح ومنع التعامل مع البيانات حسب طلب المستفيد، في أي وقت ومن أي مكان في العالم. وتستطيع هذه الخدمة تخزين بيانات تتراوح أحجامها من بايت واحد إلى ٥ جيجابايت.

أما خدمة التخزين الدائم (Amazon EBS) فهي خدمة سحابية تتيح التخزين الدائم بأشكال وأحجام مختلفة، وتعمل مع خدمة الحوسبة (EC2) على سحابة (AWS). كل كتلة مُخزَّنة لهذه الخدمة يتم عمل نسخة احتياطية منها في نفس المنطقة الجغرافية المخزنة بها، لحماية المستفيد من أي عطل قد يحدث لوسيط التخزين؛ مما يتيح مستوى عالياً من الإتاحة والمتانة لهذه الخدمة. كما تتيح هذه الخدمة إمكانية التوسُّع والانكماش في السعة خلال دقائق.

كما يوجد لدى أمازون خدمة لقاعدة بيانات بسيطة هي (Amazon SDB) تُستخدَم لتخزين البيانات الهيكلية. لا تستخدم هذه الخدمة مخططاً محدداً، ولكن تعرِّف نطاقات بعناصر تتكون من حوالي ٢٥٦ خاصية وقيمة. ويمكن أن تحتوي القيمة على بيانات تتراوح أحجامها بين بايت واحد إلى كيلو بايت. كما تدعم هذه الخدمة استخدام المعاملات

البسيطة والشائعة في قواعد البيانات، مثل (=، و=!، و>، و<، و=>، و=<، و STARTS WITH، وAND، وOR، وNOT، وINTERSECTION، وUNION). لذلك، يمكن تنفيذ معظم الاستعلامات طالما أنها تنتمي للنطاق نفسه.

وتتيح أمازون خدمة الاصطفاف البسيط (Amazon SQS)، وهي خدمة سحابية تدعم إرسال الرسائل عن طريق تطبيقات الإنترنت بطريقة برمجية، وبحجم رسائل يصل إلى ٨ كيلو بايت، ويستطيع المستفيد من خلال هذه الخدمة صفّ وإرسال الرسائل، كما يمكن لأي تطبيق مخوَّل استلام أو حذف الرسائل، ويمكن أن تبقى الرسائل في النظام لمدة تصل إلى ٤ أيام لتمكين التواصل غير المتزامن للتطبيقات.

كما تتيح أمازون خدمة (Amazon FPS) للسداد المرن، وهي خدمة سحابية تسمح للمتاجر المشترِكة على شبكة الإنترنت باستخدام نظام المدفوعات لتجارة التجزئة الخاص بأمازون، وبالتالي تمكينهم من الدخول على قاعدة بيانات العملاء (معلومات الهوية، وعناوين الشحن، وتفاصيل الدفع) لتسهيل بيع خدماتهم وبضائعهم.

أما خدمة إدارة الهوية والوصول (AWS IAM) فهي خدمة سحابية تساعد المستفيد على التحكم في وصول عملائه إلى موارده السحابية من خدمات (AWS). يتم استخدام هذه الخدمة للتحكم في مَنْ يستطيع استخدام موارد (AWS) من المستخدمين (وتُسمَّى بعملية المصادقة - authentication)، وما هي الموارد التي يستطيع المستخدمون استخدامها، وبأي طريقة (وتُسمَّى بعملية إعطاء الصلاحية – authorization).

تستهدف أمازون المنظمات المستفيدة بعروض متطورة، مثل السحابة الخاصة الافتراضية التي تُعتبَر وسيلة للمنظمة لتوسيع نطاق إمكانيات مركز بياناتها باستخدام سحابة أمازون بطريقة آمنة وفعَّالة. أخيراً، ينبغي الإشارة إلى أن خدمات أمازون السحابية ليست بالضرورة كافية في حد ذاتها، وقد أنتجت خدمات (AWS) نظاماً متكاملاً من المنتجات التي يمكن أن تملأ أيَّ ثغرات قد تكون تركتها أمازون مفتوحة، وهناك العديد من الخدمات التي تساعد مقدمي خدمات البنية التحتية على بناء وإدارة البنية التحتية، فعلى سبيل المثال: تُستخدَم تطبيقات، مثل (RightScale) و(enStratus) لإدارة خدمة الحوسبة (EC2)، أو إدارة أي بنية تحتية سحابية أخرى.

يوضح الجدول التالي قائمة لبعض الخدمات السحابية التي تقدِّمها أمازون.

اسم الخدمة السحابية	نموذج الخدمة السحابية
خدمة الحوسبة المرنة (EC2)	البنية التحتية كخدمة (IaaS)
خدمات التخزين (S3) و (EBS)	البنية التحتية كخدمة (IaaS)
خدمة الاصطفاف البسيط (SQS)	المنصة كخدمة (PaaS)
خدمة إدارة الهوية والوصول (AWS IAM)	البرمجيات كخدمة (IaaS)

أبل- Apple:

تقوم شركة أبل (www.apple.com)، كما هو الحال مع الشركات الكبرى الأخرى، بتقديم خدمات عديدة في مجال الحوسبة السحابية. فخدمة موبايل مي (MobileMe) تتيح للمستخدمين إمكانية التخزين عبر شبكة الإنترنت، كما تتيح أدوات لتمكين مُزامَنَة التخزين بين أجهزة متعددة.

وتقدِّم شركة أبل لمستخدميها خدمة آي وورك (iWork)، وهي عبارة عن حزمة برمجية تُمكِّن مستخدميها من استخدام برمجيات إنشاء وتحرير المستندات والجداول الإلكترونية والعروض التقديمية، إما بشكل فردي أو تعاوني عبر شبكة الإنترنت بين أكثر من مستخدم. وتُعتبَر أبل واحدة من أكبر منتجي الأجهزة الذكية (حاسبات شخصية، وهواتف ذكية) في العالم.

وتأتي خدمة آي كلاود السحابية (iCloud) كواحدة من أبرز خدمات شركة أبل، حيث تمثِّل خدمةً سحابيةً تتيح لمستخدميها إمكانية تخزين البيانات، كالوثائق والصور والمقاطع الصوتية ومقاطع الفيديو على خوادم سحابية بعيدة عن المستخدم، ومن ثَمَّ يُمكن تنزيل هذه البيانات من أي مكان بواسطة أي جهاز متصل بشبكة الإنترنت، كما يمكن مشاركتها مع مستخدمين آخرين، وتساعد كذلك على إدارة أجهزة أبل الخاصة بهم عند فقدانها أو سرقتها. ومن مميزات خدمة آي كلاود السحابية إتاحتها لإمكانية عمل نسخة احتياطية من الأجهزة المشغِّلة لنظام التشغيل (iOS) بشكل كامل، وذلك بدلاً من الاعتماد على عمل

النسخ الاحتياطي يدوياً على حاسوب بنظام تشغيل ماك (Mac) أو ويندوز (Windows) باستخدام أداة آي تيونز (iTunes). كما يمكن للمستخدمين مشاركة بياناتهم من صور ومقاطع فيديو وألعاب بشكل فوري من خلال ربط حساباتهم باستخدام خاصية أير دروب (AirDrop) اللاسلكية. فاق عدد مستخدمي خدمة آي كلاود السحابية ٨٠٠ مليون مستخدم في عام ٢٠١٧م.

وفي سياق حماية أجهزة المستخدمين حال فقدانها، تتيح أبل خدمة العثور على الهاتف، والمسمَّاة بخدمة(Find my phone) ، حيث يقوم المستخدم باستخدام هذه الخدمة من جهاز أبل آخر لتتبُّع وإيجاد موقع جهاز أبل المفقود من خلال عرضه على خريطة، أو عمل كلمة مرور لقفل الجهاز من بُعْد، أو حتى مسح جميع محتويات الجهاز المفقود والمعلومات الشخصية الموجودة فيه.

وفي إطار التوسُّع في توظيف تقنية الحوسبة السحابية، استحوذت شركة أبل على خدمة (La-la.com) لبث الموسيقى، في خطوة تشير إلى نية الشركة في التوسُّع في تقديم المحتوى. كما قامت أبل بإنشاء مركز بيانات ضخم في مدينة مايدن، ولاية كارولاينا الشمالية بالولايات المتحدة الأمريكية بتكلفة بلغت مليار دولار أمريكي، في خطوة يراها المراقبون أنه التزام من الشركة بالمضي قُدُماً في التوسُّع في استخدام وتوظيف تقنية الحوسبة السحابية.

يوضِّح الجدول التالي قائمة لبعض الخدمات السحابية التي تقدمها أبل.

اسم الخدمة السحابية	نموذج الخدمة السحابية
خدمة آي وورك (iWork)	البرمجيات كخدمة (SaaS)
خدمة آي كلاود السحابية (iCloud)	المنصة كخدمة (PaaS)

إيه تي آند تي - AT&T:

تُعدُّ شركة إيه تي آند تي (www.att.com) إحدى أكبر شركات الاتصالات في العالم، حيث تُعدُّ أكبر مزود لخدمة الاتصال الثابت والمتحرك في الولايات المتحدة الأمريكية، كما أنها أحد أكبر مزودي خدمة الإنترنت، وأحد أكبر مشغلي البرامج التلفزيونية المدفوعة.

وحيث إنَّ الشركة تملك بنية اتصالات تحتية تمكِّنها من الوصول إلى العملاء بسهولة، فقد دخلت في أعمال الحوسبة السحابية مع بداية ظهورها، حيث تقدِّم ثلاث خدمات سحابية رئيسية، هي: خدمة الاستضافة (Hosting)، وخدمة التخزين كخدمة (Storage-as-a-Service)، وخدمة الحوسبة كخدمة (Compute As a Service).

وتتميز الشركة عن غيرها من المزودين بالوصول الواسع والسريع على مستوى العالم؛ كونها تملك شبكة اتصال حديثة وسريعة وبخصائص ذات جودة عالية، والتي تضع في أولويتها إيصال البيانات بما يضمن مستوى عالياً للأداء. كما تستفيد الشركة من سمعتها في مجال أمن المعلومات، والذي قد يكون غير موجود عند عدد من مزودي الخدمات السحابية الجُدد، وتراكمت هذه السمعة بناءً على ما اكتسبته الشركة من خبرات في أمن الشبكات والتقنيات المستخدمة لوقايتها من الهجمات الموزَّعَة لمنع الخدمة (DDoS).

بالنسبة لخدمة الاستضافة، تتيح الشركة خاصية الوصول إلى الخوادم الافتراضية والتخزين المتكامل مع الوظائف الأمنية والشبكية، ويكون الدفع المادي لهذه الخدمة حسب الاستخدام. يتم استخدام اتفاقية وحيدة كاتفاقية مستوى خدمة (SLA) تحكم التعامل بين المزود والمستفيد، بما في ذلك إتاحة الخدمة وزمن الاستجابة للخدمة كاملة. ولغرض إدارة ومراقبة خدمة الاستضافة، يستطيع المستفيد استخدام بوابة إلكترونية تقدِّم تقارير ومعلومات تفصيلية عن الخدمة. كما تتيح البوابة خاصية التحكم ومراقبة الشبكة والخوادم ونظام التشغيل وقواعد البيانات، بالإضافة إلى خاصية مراقبة التطبيقات واستخراج التقارير.

بالنسبة لخدمة التخزين، فهي عبارة عن خدمة سحابية مبنية على سياسات واضحة لدى الشركة، حيث يتم تخزين أكثر من نسخة من البيانات في موقع جغرافي واحد أو في موقعين، كما يتم عمل نسخة مكررة للبيانات بصورة تلقائية طبقاً لجدول زمني محدد مسبقاً. وتقدِّم هذه الخدمة لعملائها إمكانية الوصول للخدمة من خلال الويب، واستخدام اسم مُوحَّد؛ مما يساعد على الإدارة المركزية للبيانات المخزنة.

أما بالنسبة لخدمة الحوسبة فهي خدمة سحابية تتيح للمستفيدين منها إمكانية استغلال القدرة التشغيلية الهائلة التي تتيحها الشركة، سواءً بتوسيع القدرات التشغيلية للبيئة المحلية الحالية للمستفيد، أو بتوظيفها كمنصة لتطوير التطبيقات واختبارها. يمكن تشغيل هذه الخدمة إما في بيئة السحابة العامة، أو في سحابة خاصة خارجية موجودة في البنية التحتية التقنية للشركة، ومرتبطة بمركز بيانات المستفيد من خلال شبكة الشركة أيضاً. وكما هو الحال مع خدمات البنية التحتية الأخرى، يمكن للمستفيد أن يستخدم بوابة إلكترونية وواجهات برمجية للتطبيقات (API) للتحكم في الموارد سواءً بالزيادة أو النقصان. وتتميز البوابة الإلكترونية بميزات تسمح للمستفيد باستعراض أحجام ومعدلات استهلاك الموارد السحابية وكذلك الفواتير على هيئة رسوم بيانية؛ الأمر الذي يمكّن المستفيد من إجراء المقارنات في الاستهلاك عبر فترات زمنية طويلة وقصيرة. كما تتيح البوابة الإلكترونية خيارات متعددة للمستفيد لاختيار حجم الخادم الافتراضي، أو اختيار قالب جاهز بإعدادات مجهزة مسبقاً.

ولتعزيز النواحي الأمنية وحماية أصول المستفيد من بيانات أو تطبيقات سواءً في سحابة خاصة أو عامة، تتيح الشركة إمكانية الاستفادة من وضع شبكة محلية خاصة افتراضية لكل مستفيد، مجهزة بجدران حماية نارية كذلك، وإجراءات وسياسات مخصصة للمستفيد فقط.

يوضّح الجدول التالي قائمة لبعض الخدمات السحابية التي تقدّمها إيه تي آند تي (AT&T).

اسم الخدمة السحابية	نموذج الخدمة السحابية
خدمة الاستضافة (Hosting)	البنية التحتية كخدمة (IaaS)
خدمة التخزين (Storage-as-a-Service)	المنصة كخدمة (PaaS)
خدمة الحوسبة (Compute As a Service)	البنية التحتية كخدمة (IaaS)

سيسكو – Cisco:

تُعدُّ شركة سيسكو (www.cisco.com) من أكبر المزودين العالميين لتقنيات وخدمات الاتصالات والشبكات. تتيح سيسكو خدمات سحابية، مثل خدمة ويبكس (WebEx). كما أنها تدعم تقنية الحوسبة السحابية كمورد رئيسي للبُنَى التحتية التقنية لمعظم مزودي الخدمات السحابية، وللمنظمات التي تفضِّل تجهيز مراكز بياناتها كسحابات خاصة.

تُعتبَر سحابة ويبكس (webEx) التشاركية إحدى أكبر السحابات العامة التي تُستخدَم كأداة اتصال للاجتماعات التي تُعقَد عبر شبكة الإنترنت، ويتم تقديمها للمستفيدين كنموذج البرمجيات كخدمة (SaaS). البنية التحتية للخدمة مصممة لتتعامل مع خدمة الاتصالات عبر شبكة الإنترنت على مستوى واسع ودولي؛ لذا فإنَّ البنية التحتية للخدمة تحتوي على تجهيزات وأدوات ووسائط معقدة. ومن مميزات هذه الخدمة:

- يتم توجيه حركة البيانات بناءً على الموقع والنطاق الترددي للاتصال والإتاحة.
- يتم استخدام تقنية موازنة الأحمال للتعامل مع حركة بيانات اتصالات الاجتماعات الإلكترونية.
- يتم اختيار نقطة تواجد كل مشارك في الاجتماع بحيث يتم تفادي أي تأخير في الاتصال.
- يتم عمل نسخة احتياطية من النصوص والصوت والفيديو.
- يتم حماية بيانات الاجتماعات الإلكترونية من خلال تطبيق نموذج حماية متعدد الطبقات، يتكون من طبقة حماية مركز البيانات، والتشفير، وأُذونات الاجتماع، وضوابط سياسات المنظمة المستفيدة.

ويحتوي تطبيق ويبكس للاجتماعات الإلكترونية، والذي يعمل على سحابة سيسكو ويبكس التشاركية على:

- مركز الاجتماعات: الذي يمكن من خلاله استعراض المعلومات ومشاركة التطبيقات مع العملاء والشركاء والموظفين.
- مركز التدريب: ويمكن من خلاله إنشاء وإدارة وإيصال التدريب عبر شبكة الإنترنت.

- مركز الفعاليات: الذي يقدِّم خدمة مشاركة ملفات المستندات والعروض التقديمية والتطبيقات بشكل آني للفعاليات المباشرة، مثل: جلسات التسويق الموجة، أو اجتماعات مديري المنظمة المستفيدة.

- مركز الدعم: ويقدم دعماً لتقنية المعلومات عن بُعد، ودعماً مباشراً لتشخيص المشاكل ونقل الملفات وتثبيت التحديثات على أجهزة الموظفين والخوادم أو الشبكات أو الحاسبات المكتبية.

تشكِّل منتجات سيسكو لمراكز البيانات بنيةً تحتية تقنية متكاملة يمكن توظيفها لبناء خدمات للسحابة العامة أو الخاصة. كما أنَّ سيسكو تستخدم تصميماً للحلول السحابية يحتوي على شبكة ووحدات تخزين وموارد حوسبة منشورة بطريقة موحَّدة لتقديم الدعم للعديد من التطبيقات والخدمات التي تخصُّ مزودي الخدمات السحابية. كما أنها تشتمل على العديد من تقنيات سيسكو، منها:

- تقنية سيسكو نيكسس فاميلى (Cisco Nexus Family): والخاصة بالبنية الموحدة للمُبدِلات (Switches) لحركة البيانات داخل مركز البيانات.

- تقنية سيسكو سي آر إس-١ (Cisco CRS-1) الخاصة بالموجهات (routers) لغرض القيام بوظائف الاتصالات التناظرية والبينية.

- نظام سيسكو للحوسبة الموحدة، الذي يتيح شبكة مُمكنة بقدرات الحوسبة ومُمكنة بالتقنية الافتراضية، التي تتكامل مع الحلول الافتراضية للخوادم، والمقدمة من شركاء خارجيين، مثل في إم وير (VMware).

- تقنية سيسكو (MDS) الخاصة بتجهيزات التخزين الشبكي، والتي تُستخدَم لتسهيل عملية الدمج التخزيني بالتزامن مع حلول الشركاء الآخرين (EMC).

- الخدمات الشبكية لتطبيقات سيسكو ومحافِظ الأمن للخدمات الافتراضية المبنية على الشبكات في الطبقة الرابعة وما فوقها في النموذج الشبكي (OSI).

كما تقدم شركة سيسكو حلولاً سحابية أخرى، كخدمة واجهة سطح المكتب الافتراضي (Virtual Desktop Interface)، وهو شكل من أشكال التقنية الافتراضية

لأسطح المكاتب، حيث يعمل على مركَزَة أسطح مكاتب العاملين والتطبيقات والبيانات في مكان واحد هو مركز البيانات. معظم استخدامات هذا المنتج تعمل في بيئة مركز بيانات افتراضي، لتحسين عملية الإدارة والحماية المستمدة من دمج مئات وآلاف أجهزة الحواسيب المكتبية ليتم تشغيلها على عدد قليل من الخوادم ذات القدرات العالية.

يوضِّح الجدول التالي قائمة لبعض الخدمات السحابية التي تقدِّمها سيسكو.

اسم الخدمة السحابية	نموذج الخدمة السحابية
خدمة ويبكس (WebEx)	البرمجيات كخدمة (SaaS)
واجهة سطح المكتب الافتراضية (VDI)	البرمجيات كخدمة (SaaS)

كلاود شير – CloudShare:

تتيح شركة كلاود شير (www.cloudshare.com) لموردي التقنية تحويل حلولهم وتطبيقاتهم التقنية إلى خدمات على هيئة البرمجيات كخدمة (SaaS)، من خلال إنشاء بيئة افتراضية كاملة الخصائص متاحة عبر شبكة الإنترنت وبناءً على الطلب، تكون مناسبة للعديد من التطبيقات، مثل: تطبيقات المبيعات، وتطبيقات التقييمات، وتطبيقات التدريب التقني.

تُعتبَر كلاود شير أداة تشاركية لبيئات تقنية المعلومات، والتي تسمح للمستخدمين بالمشاركة والتفاعل والتعاون في بيئات تقنية المعلومات، ولأي مدة زمنية. كما تستطيع المنظمات المستخدمة لهذه الأداة تكرار العديد من النسخ المستقلة للبيانات والتطبيقات. ويستطيع المستخدم أن يتعامل مع النظام بنفس الطريقة التي يتعامل بها مع النظام الموجود داخل شركته، مثل: حفظ السجلات، وتحميل البيانات، والتكامل مع الأنظمة المحلية الأخرى.

باستخدام حلول كلاود شير السحابية، يمكن أن يتم تكييف إعدادات أدوات شائعة الاستخدام، مثل: مايكروسوفت شيربوينت (Microsoft SharePoint)، وويندوز أزور (Windows Azure)، وتطبيق إدارة علاقات المستفيدين (CRM)، لتشمل خوادم افتراضية،

وشبكات، ووسائط تخزين، وأنظمة تشغيل، وأي تطبيقات أخرى. يحتوي كل حل من حلول كلاود شير على ما يلي:

- بيئات معقدة بخوادم افتراضية مترابطة وشبكات معقدة.
- خصائص أمنية تشمل التحكم في النفاذ والوصول، والشبكات الخاصة الافتراضية (VPN)، وقنوات اتصال آمنة (SSL) بين المستخدم والخادم.
- مزيج من البرمجيات والأجهزة الافتراضية وغير الافتراضية.
- سير عمل لدعم تطبيقات محددة، مثل: دعوة المستفيدين للاطلاع على العروض التقديمية، وتجهيز القاعات للمتدربين، وإعداد صلاحيات المستخدمين، بالإضافة إلى العديد من الوظائف الأخرى.
- وجود موقع مصغر يصاحب التطبيقات التي يتم مشاركتها، ويدعمها بأدوات المشاركة، مثل أداة المؤتمرات عبر شبكة الإنترنت.
- تسلسل هرمي متعدد الطبقات يدعم الهيكل التنظيمي للمستفيد؛ كوجود طبقة المديرين، والعملاء، والمدرسين، والطلاب.
- القيام بالتحليلات والمراقبة الآنية لتسمح للمستفيد بالاطلاع على طبيعة استخدامات سحابة كلاود شير.

يوضِّح الجدول التالي قائمة لبعض الخدمات السحابية التي تقدمها كلاود كيك.

اسم الخدمة السحابية	نموذج الخدمة السحابية
خدمة عروض المبيعات (Sales demos & PoCs)	البرمجيات كخدمة (SaaS)
خدمة معمل التدريب الافتراضي (Virtual training lab)	البرمجيات كخدمة (SaaS)

ديل – Dell:

ديل (www.dell.com/cloud) هي شركة أمريكية متخصصة في مجال الحاسب الآلي وتقنية المعلومات. تقوم ديل بصناعة الحاسبات الشخصية والمنتجات ذات العلاقة بالحاسبات وتطويرها وبيعها ودعمها. كما تدعم منتجات ديل العديد من عمليات النشر العديدة والكبيرة سواءً على مستوى السحابة الخاصة أو العامة. وقد قامت الشركة في عام ٢٠١٦ بالاستحواذ على شركة إي إم سي (EMC) الشهيرة، التي تُعدُّ من أكبر مزودي أنظمة التخزين في العالم بعد حوالي ١١ عاماً من الشراكة بينهما.

على الرغم من أنَّ النشاط الرئيسي لشركة ديل ليس موجهاً بالتحديد للحوسبة السحابية، إلا أنَّ منتجاتها تشكل جزءًا رئيسياً ضمن مكونات تقنية الحوسبة السحابية. فعلى سبيل المثال، تستفيد شركة مايكروسوفت من حلول مركز بيانات ديل وكذلك تجهيزاتها المادية والبرمجية لكي تدعم منصتها للخدمات السحابية ويندوز أزور (Windows Azure)، كما يوجد تعاون مشترك بين ديل وشركة في إم وير (VMware) في مجال الخدمات السحابية. كما أنَّ ديل سبق أن استحوذت على شركة بومي (Boomi) لتقوية مكانتها كمزود خدمات سحابية. يتركز عمل شركة بومي على إيجاد حلول لتكامل مصادر متعددة للمعلومات، بغرض إنشاء إجراءات أعمال بالغة التعقيد، الخدمة التي يُطلَق عليها التكامل كخدمة (Integration as a Service).

ومع التوجُّه الملحوظ نحو تبنّي وتطبيق السحابات الهجينة، تركز شركة ديل جهودها حالياً نحو تطوير خدمات السحابة الهجينة لكي تُمكِّن المنظمات المستفيدة من التكامل بين أنظمتها الداخلية وتطبيقات وخدمات السحابة العامة. ومن الخدمات التي تقدِّمها ديل السحابة الهجينة للمنظمات (Enterprise Hybrid Cloud)، التي تُعتبَر منصةً لبناء السحابة الهجينة. وكذلك السحابة الهجينة الموحدة (Native Hybrid Cloud)، التي تُعتبَر منصة تمكِّن المطورين من بناء تطبيقات سحابية تعمل على السحابة سواء أكانت داخل المنظمة أم خارجها.

يوضِّح الجدول التالي قائمة لبعض الخدمات السحابية التي تقدِّمها ديل.

اسم الخدمة السحابية	نموذج الخدمة السحابية
السحابة الهجينة للمنظمات (Enterprise Hybrid Cloud)	البنية التحتية كخدمة (IaaS)
السحابة الهجينة الموحدة (Native Hybrid Cloud)	المنصة كخدمة (PaaS)

قوقل – Google:

تعتبر شركة قوقل (www.google.com) أحد أبرز مزودي الخدمات السحابية بنماذج خدمات الحوسبة السحابية الثلاثة: البنية التحتية كخدمة (IaaS)، والمنصة كخدمة (PaaS)، والبرمجيات كخدمة (SaaS).

فيما يخصُّ البنية التحتية كخدمة (IaaS)، تقدِّم قوقل خدمتها المسمَّاة "محرك قوقل للحوسبة (Google Compute Engine)"، الذي يمكِّن المستفيد من إنشاء وتشغيل الخوادم الافتراضية على البنية التحتية التقنية الخاصة بقوقل. يتميز محرك الحوسبة لقوقل بمرونته وأدائه وقيمته، حيث يسمح للمستفيد بإطلاق عدد ضخم من الخوادم الافتراضية في آنٍ واحد وبسهولة. من خلال هذا المحرك، يستطيع المستفيد تخصيص العديد من الموارد السحابية المرتبطة به، والتي في الغالب يحتاجها المستفيد بناءً على طلبه، مثل: عرض خيارات متعددة من الخوادم الافتراضية (كالجاهزة في قوالب مُعدَّة مسبقاً، وعالية السرعة، والأساسية)، وخيارات متعددة للتخزين الافتراضي والشبكات والجدران النارية وموازنات الأحمال والمواقع الجغرافية، والعديد من الخيارات للتحكم في النفاذ والوصول. مع محرك قوقل للحوسبة، لا يحتاج المستفيد إلى الإنفاق الرأسمالي على التجهيزات التقنية، فبمجرد تأكيد التسجيل يتمكن المستفيد من تشغيل آلاف المعالجات الافتراضية المصممة لتكون سريعة، وتتصف بالثبات في الأداء.

فيما يخصُّ المنصة كخدمة (PaaS)، يُعتبَر محرك تطبيقات قوقل (Google App Engine) منصةً توفِّر بيئةً تشغيليةً، وتقلِّل من التحديات المصاحبة لتطوير التطبيقات وإدارة النظم عند بناء التطبيقات التي تتفاعل مع ملايين المستخدمين. وتوفِّر المنصة خاصية تسهِّل تطوير برمجيات لا تناسب فقط خادماً واحداً، بل مجاميع كبيرة من الخوادم المتزامنة وغير المتزامنة. كما تشتمل المنصة أيضاً على عددٍ من المزايا التي تساعد على استمرارية

تشغيل التطبيقات وسرعة وكفاءة تشغيلها، من خلال توفير طرق لمراقبة الأداء وتفادي أعطال النظام، وكذلك أتمتة عملية تغيير الموارد وتوزيع الأحمال. في بداية إطلاق هذه المنصة كانت تدعم فقط لغة بايثون (Python)، ومنذ إضافة الدعم لخوادم جافا الافتراضية (JVMs)، أصبحت قادرة على تقديم الدعم للغات برمجة متعددة، مثل: الجافا، وبي إتش بي (PHP)، وقروفي (Groovy)، وجيروبي (JRuby)، وسكالا (Scala)، وجو (GO). تسمح منصة تطبيقات قوقل لمطور التطبيقات أن يطوِّر تطبيقاته في جهازه الخاص (سطح المكتب) دون الاتصال بشبكة الإنترنت، من خلال حزمة تطوير برمجيات (SDK) محلية، ثم رفع البرمجيات بعد الانتهاء منها على محرك تطبيقات قوقل لإجراء الاختبارات اللازمة، ومن ثَمَّ الإطلاق والنشر.

يحتوي محرك تطبيقات قوقل على الخصائص والمميزات التالية:

- خدمة الويب المرنة مع الدعم الكامل لتقنيات الويب الشائعة.
- التخزين الدائم مع إمكانية إجراء الاستفسارات والفرز والترتيب.
- المرونة التلقائية في التوسُّع والانكماش وموازنة الأحمال.
- واجهات تطبيقات برمجية (APIs) لمصادقة المستخدمين وإرسال رسائل البريد الإلكتروني باستخدام حسابات قوقل.
- بيئة تطوير محلية متكاملة تحفِّز استخدام محرك تطبيقات قوقل على الحاسب الشخصي للمطور.
- جدولة المهام لتشغيلها عند وقوع حدث معين، أو في وقت محدد، أو على فترات منتظمة.

أما على صعيد البرمجيات كخدمة (SaaS)، فتقدِّم قوقل عدداً من التطبيقات السحابية التي تخدم الأفراد، وهي مجانية ولكن بمواصفات محددة، وتخدم المنظمات وفرق العمل ولكنها بمقابل وبمواصفات عالية ومتقدمة، ومن هذه الخدمات:

- جي ميل (Gmail)، وهي خدمة سحابية خاصة بالبريد الإلكتروني، وتوفِّر مساحة مجانية للأفراد تصل إلى ٥ جيجابايت.

- تقويم قوقل (Google Calendar)، وهي خدمة سحابية لإدارة الوقت.
- قوقل دوك (Google docs)، وهي خدمة سحابية تمكّن المستفيد من إنجاز مهامه المكتبية من خلال سطح مكتبه عن طريق واجهة مبنية على الويب، كما أنها تدعم مشاركة تحرير الملفات.
- مواقع قوقل (Google Sites)، وهي خدمة سحابية تمكّن العميل من إنشاء مواقع تفاعلية وذات جودة عالية بشكل تشاركي فيما بين أفراد الفريق أو المشروع الواحد.
- قوقل درايف (Google Drive)، وهي خدمة سحابية تمكّن المستفيد من تخزين جميع بياناته في مكان واحد بشكلٍ آمن، كما تمكّنه من الوصول إلى ملفاته ومستنداته بكل سهولة من أي جهاز إلكتروني متاح له، سواءً كان حاسوباً مكتبيا أو متنقلاً أو هاتفاً نقالاً أو لوحاً إلكترونياً.

ويوضح الجدول التالي قائمة لبعض الخدمات السحابية التي تقدمها قوقل.

اسم الخدمة السحابية	نموذج الخدمة السحابية
محرك قوقل للحوسبة (Google Compute Engine)	البنية التحتية كخدمة (IaaS)
محرك تطبيقات قوقل (Google App Engine)	المنصة كخدمة (PaaS)
خدمة البريد الإلكتروني جي ميل (Gmail)	البرمجيات كخدمة (SaaS)
خدمة تقويم قوقل (Google Calendar)	البرمجيات كخدمة (SaaS)
قوقل دوك (Google docs)	البرمجيات كخدمة (SaaS)
مواقع قوقل (Google Sites)	البرمجيات كخدمة (SaaS)
قوقل درايف (Google Drive)	البرمجيات كخدمة (SaaS)

هيوليت باكارد إنتيربريس – HP:

شركة هيوليت باكارد إنتيربريس (www.HPE.com) هي شركة أمريكية كبرى تعمل في قطاع تقنية المعلومات، والتي انفصلت رسمياً في تاريخ ١ نوفمبر ٢٠١٥ عن الشركة الأم هيوليت باكارد (www.HP.com). بينما تركِّز (HPE) على بيع الخدمات التقنية المرتبطة بعمل الخوادم والتخزين والشبكات والاستشارات والدعم الفني، تركز (HP Inc.) على بيع التجهيزات المادية؛ كالحاسبات الشخصية، والطابعات.

تتيح (HPE) سلسلة من خدمات الحوسبة السحابية التي تشمل مراكز بيانات متقدمة للسحابات العامة والخاصة والهجينة على حدٍ سواء، حيث تحتوي هذه المراكز على مجموعات متنوعة من تجهيزات الخوادم والتخزين والبرمجيات والشبكات. كما تقدم (HPE) الدعم الفني لتبنّي الخدمات السحابية من خلال خدماتها الاستشارية المتخصصة. ومؤخراً، انخرطت (HPE) في التركيز على ثلاثة مجالات تتواكب مع التوجهات التقنية في مجال الحوسبة السحابية، وهذه المجالات هي:

- الحلول السحابية التي تعتمد على السحابة الهجينة، والتي تتيح للمستفيد إمكانية الجمع ما بين تقنياته التقليدية في منظمته، والسحابة الخاصة والسحابة العامة، من خلال إتاحة التكامل بين الخدمات التي تقدِّمها كل سحابة وتقنيات المستفيد.

- التنقل وإنترنت الأشياء، حيث تتيح (HPE) التقنيات والخدمات والبنى التحتية اللازمة لتمكين التفاعل الرقمي بين الأفراد والأجهزة في عالم اليوم، والاستفادة من مخرجات هذا التفاعل لخدمة أهداف المنظمات المستفيدة.

- حلول التحليلات المتقدمة للبيانات، حيث يُتاح للمستفيد استغلال التقنيات المتقدمة التي توفرها (HPE) مثل: تعلُّم الآلة، والحوسبة السريعة المعتمدة على المعالجة الآنية في الذاكرة الثانوية، والكفاءة في التعامل مع البيانات المتحركة بسرعة كبيرة، لاستخراج أي أنماط تحليلية تفيد المستفيد في توجيه أعمال منظمته.

وتقدِّم الشركة مجموعة خدمات للحوسبة السحابية، منها:

- إتش بي إي وان فيو (HPE OneView)، وهي خدمة سحابية تدعم إدارة البنية التحتية التقنية برمجياً؛ لتسريع عملية النشر والإطلاق، وتبسيط دورة حياة

العمليات، وزيادة الإنتاجية من خلال أتمتة سير عمل العمليات بكفاءة عالية، وإتاحة لوحة تحكُّم للمراقبة والمتابعة، وإمكانية التكامل مع خدمات مزودين آخرين.

- إتش بي إي هيليون ستاكتو (HPE Helion Stackato)، عبارة عن خدمة سحابية كمنصة (PaaS). وتتيح هذه المنصة المفتوحة إمكانية استخدام تشكيلة واسعة من لغات البرمجة وأُطُر العمل على الويب لتطوير خدمات وتطبيقات الويب، ثم اختبار وإطلاق التطبيقات للتشغيل. تتميز هذه الخدمة بتمكينها للتعديل التلقائي لإعدادات وقت تشغيل لغة البرمجة المستخدمة، وخادم الويب، وارتباطات التطبيقات ببعضها البعض، وقواعد البيانات. ويمكن تشغيل هذه الخدمة إما على السحابة العامة أو الخاصة، أو حتى في مركز بيانات المستفيد، وباستخدام أي نوع لبرمجية التقنية الافتراضية (الهايبرفايزر).

- نظام سحابة هيليون (Helion CloudSystem)، وهي عبارة عن خدمة سحابية يتم استخدامها لبناء السحابات الخاصة والهجينة باستخدام موارد افتراضية؛ كالخوادم، ووسائط التخزين، والشبكات، والبرمجيات الافتراضية.

ويوضِّح الجدول التالي قائمة لبعض الخدمات السحابية التي تقدِّمها الشركة.

اسم الخدمة السحابية	نموذج الخدمة السحابية
نظام سحابة هيليون (Helion CloudSystem)	البنية التحتية كخدمة (IaaS)
إتش بي إي هيليون ستاكتو (HPE Helion Stackato)	المنصة كخدمة (PaaS)
إتش بي إي وان فيو (HPE OneView)	البنية التحتية كخدمة (IaaS)

آي بي إم – IBM:

تُسهِم شركة آي بي إم (www.IBM.com) في مجال الحوسبة السحابية بشكل كبير، حيث تتيح مجموعة خدمات سحابية للعملاء تندرج تحت النماذج الثلاثة لخدمات

الحوسبة السحابية(نموذج البنية التحتية كخدمة (IaaS)، ونموذج المنصة كخدمة (PaaS)، ونموذج البرمجيات كخدمة (SaaS))، من خلال ثلاثة أنواع من السحابات: السحابة العامة، والسحابة الخاصة، والسحابة الهجينة، إضافة إلى تشكيلة واسعة من الخدمات السحابية المكملة للخدمات السحابية الرئيسية، مثل: خدمات التكامل، وخدمات إدارة البيانات، وخدمات تحليلات البيانات، وخدمات الذكاء الاصطناعي.

فيما يخصُّ البنية التحتية كخدمة (IaaS)، تقدِّم آي بي إم خدمة خوادم الحوسبة الافتراضية (IBM Virtual Servers)، وهي خدمة تمكِّن المستفيد من إنشاء وتشغيل الخوادم الافتراضية على البنية التحتية التقنية الخاصة بآي بي إم. يتميز محرك الحوسبة هذا بسرعة إتاحته واختيار كلِّ الموارد السحابية المصاحبة لتشغيله، وبمواصفات متفاوتة تتلاءم ومتطلبات المستفيد، كما يمكن تشغيل هذه الخوادم إما على سحابة عامة، أو سحابة خاصة يديرها المستفيد أو سحابة خاصة تديرها آي بي إم. كما تقدِّم آي بي إم خدمة اختيار وإدارة التجهيزات الشبكية، وتُسمَّى خدمة (Network Appliances)، التي تتيح للمستفيد إمكانية التحكم في حركة المرور على الشبكة، وتسريع أدائها، وترفع من مستوى الأمن عليها، من خلال إتاحة تشكيلة واسعة من الجدران النارية وموازنات الأحمال والموجهات والمحولات والجسور. وتقدِّم آي بي إم كذلك خدمات التخزين السحابية من خلال إتاحة أربعة أنواع من التخزين، هي: تخزين الكائنات (Object Storage)، وتخزين الكتل البيانية (Block Storage)، وتخزين الملفات (File Storage)، وشبكة إيصال المحتوى (Content Delivery Network)، التي تجعل البيانات أقربَ ما يكون للمستفيد لتجنُّب أي تأخير قد يحدث أثناء تناقل البيانات من وإلى المستخدم.

فيما يخصُّ المنصة كخدمة (PaaS)، تأتي خدمة (IBM Cloud Managed Services)، وهي مجموعة من بيئات التطوير الجاهزة للاستخدام لغرض تطوير تطبيقات المنظمة للمستفيد، مثل: ساب (SAP)، وأوراكل (Oracle)، ويتم تقديمها في بيئة سحابية جاهزة للتشغيل. تتميز هذه الخدمة بمستوى عالٍ من الأمان يُطبِّق معايير وسياسات الأمن الشائعة، وتتيح خدمات التعافي من الكوارث والنسخ الاحتياطي والمكرر في مواقع جغرافية متعددة. وتطبق آي بي إم منهجية (IBM DevOps) التي تشجِّع على التطوير الذي يوائم بين ثلاثة أبعاد رئيسية، هي: متطلبات الأعمال، والتطوير، وعمليات تقنية المعلومات؛ الأمر الذي يسهِّل على المطورين سرعة الإنجاز، ورفع مستوى الإنتاجية.

أما على صعيد البرمجيات كخدمة (SaaS)، فتقدِّم آي بي إم العديدَ من التطبيقات والأدوات الجاهزة للاستخدام سواءً للمستخدم النهائي، مثل خدمة تحويل النصوص إلى كلام مسموع (Watson Text to Speech)، وخدمة نقل ومشاركة الملفات آي بي إم أسبيرا (IBM Aspera)، أو للمطورين مثل خدمة اختبار البرمجيات (IBM Rational Test Workbench).

يوضِّح الجدول التالي قائمة لبعض الخدمات السحابية التي تقدِّمها شركة آي بي إم.

اسم الخدمة السحابية	نموذج الخدمة السحابية
خدمة خوادم الحوسبة الافتراضية (IBM Virtual Servers)	البنية التحتية كخدمة (IaaS)
خدمة تجهيزات الشبكات (Network Appliances)	البنية التحتية كخدمة (IaaS)
خدمة تخزين الكائنات (Object Storage)	البنية التحتية كخدمة (IaaS)
خدمة تخزين الكتل البيانية (Block Storage)	البنية التحتية كخدمة (IaaS)
خدمة تخزين الملفات (File Storage)	البنية التحتية كخدمة (IaaS)
خدمة نقل ومشاركة الملفات (IBM Aspera)	البرمجيات كخدمة (SaaS)
خدمة اختبار البرمجيات (IBM Rational Test Workbench)	البرمجيات كخدمة SaaS
بيئة تطوير التطبيقات (IBM DevOps)	المنصة كخدمة (PaaS)
بيئات التطوير الجاهزة (IBM Cloud Managed Services)	المنصة كخدمة (PaaS)

مايكروسوفت – Microsoft:

تُعتبَر شركة مايكروسوفت (www.microsoft.com) أحد أكبر اللاعبين المؤثرين في عالم الحوسبة السحابية إلى جانب كلٍّ من أمازون وقوقل؛ لذا نجد أنَّ للشركة حضوراً واضحاً بخدماتها في كل نموذج من نماذج خدمات السحابة (IaaS, PaaS, SaaS). على الرغم من أنَّ مايكروسوفت لا تتيح أيَّ خدمة من خدمات البنية التحتية بنفسها، إلا أنَّ التقنية الافتراضية الخاصة بمايكروسوفت تفسح المجالَ لمزودي خدمات البنية التحتية كخدمة (IaaS) لاستغلال قدرات تجهيزاتهم المادية على نطاق واسع. وتمثِّل منصة ويندوز أزور (Windows Azure) تطبيقاً صريحاً لنموذج المنصة كخدمة (PaaS)، في حين تمثل خدمات مايكروسوفت عبر الإنترنت (Microsoft Online Services) بمكوناتها المتعددة تطبيقاً لنموذج البرمجيات كخدمة (SaaS).

فيما يخصُّ البنية التحتية كخدمة (IaaS)، تتيح مايكروسوفت خدمتين تمكِّنا مزودي خدمات البنية التحتية من توظيف مميزات التقنية الافتراضية على تجهيزاتهم المادية، تُسمَّى الخدمة الأولى مايكروسوفت هايبر-في (Microsoft Hyper-V)، وتُسمَّى الخدمة الثانية مايكروسوفت فيرتشوال سيرفر (Microsoft Virtual Server). بالنسبة لمايكروسوفت هايبر-في، فهو عبارة عن الهايبرفايزر المبني على التجهيزات المادية (الهايبرفايزر نوع ١)، حيث يتمُّ تنصيب برمجية الهايبرفايزر مباشرةً على التجهيزات الفعلية المُستضيفة دون الحاجة لوجود نظام تشغيل مُستَضِيف (host OS)؛ ومن ثَمَّ يمكن للخوادم الافتراضية الوصول إلى الموارد الفعلية وتشغيلها مباشرةً دون حاجة لمساعدة نظام تشغيل المستضيف. وبالنسبة لمايكروسوفت فيرتشوال سيرفر، فهو عبارة عن الهايبرفايزر المبني على البرمجيات (الهايبرفايزر نوع ٢)، حيث يتمُّ تنصيب برمجية الهايبرفايزر على نظام تشغيل موجود مسبقاً؛ ولذا يُسمَّى نظام التشغيل المُستضيف. على سبيل المثال، عندما يكون هناك مُستخدِم حاسب يعمل على نظام تشغيل ويندوز بإصدار معيّن، يمكنه تنصيب برمجيّة الهايبرفايزر على الويندوز بالطريقة نفسها التي يتم فيها تركيب أي برمجيّة أخرى. وبالتالي يمكن للمستخدم إنشاء وإدارة الخوادم الافتراضية باستخدام الهايبرفايزر. وبرمجيتا الهايبرفايزر بنوعيها المتاحين من مايكروسوفت تُعتبران مغلقتي المصدر؛ ومن ثَمَّ لا يستطيع مستخدمهما تعديلهما ولا تخصيصهما بما يتناسب مع متطلباته. وعلى الرغم من أنَّ معظم مزودي خدمات السحابة يفضلون التقنية الافتراضية مفتوحة المصدر؛ كونها تقلل من التكاليف المادية، إلا أنَّ هذه القاعدة ليست مطلقة على الدوام، حيث إنَّ السحابات الخاصة التي تعتمد على

مايكروسوفت لإدارة بنيتها التقنية التحتية قد تجد في برمجية الهايبر-في (Hyper-V) ملاذاً متوافقاً مع بنيتها التحتية.

فيما يخصُّ المنصة كخدمة (PaaS)، تبرز منصة ويندوز أزور (Windows Azure) المتاحة كخدمة موزعة يتم استضافتها في مراكز بيانات مايكروسوفت على نظام تشغيل مُخصَّص يُسمَّى ويندوز أزور. يتم استخدام هذه المنصة من قِبَل المطورين والمتخصصين في تقنية المعلومات لبناء التطبيقات ونشرها وإدارتها من خلال شبكة مراكز البيانات الخاصة بمايكروسوفت. وتتكامل منصة ويندوز أزور مع منهجية التطوير ديف أوبز (DevOps) لبناء تطبيقات متعددة بكفاءة عالية، بدءًا من تطبيقات الجوال البسيطة حتى الحلول المعقدة التي تعمل على شبكة الإنترنت. بشكل عام، يتم تطبيق ويندوز أزور كثلاثة مكونات أساسية: الحوسبة (Compute)، والتخزين (Storage)، والبنية المساعدة في إدارة ومراقبة المنصة (Fabric Controller – FC). بالنسبة لمكون الحوسبة، يمكن للمستفيد التحكم في إعدادات الخوادم الافتراضية المخصصة له بما يتلاءم مع احتياجاته. وبالنسبة لمكون التخزين، فيمكن التعامل مع ثلاثة أنواع من مخازن البيانات، وهي: الملفات (blobs)، والجداول (tables)، والصفوف (queues). أخيراً بالنسبة لأداة (FC)، فهي عبارة عن مجموعة من الخوادم الافتراضية التي تعمل على نظام تشغيل أزور لمراقبة وإدارة وتنسيق الموارد الحاسوبية.

أما على صعيد البرمجيات كخدمة (SaaS)، فهناك مجموعة متنوعة من الخدمات الجاهزة التي يمكن للمستفيد استخدامها كخدمة سحابية عبر شبكة الإنترنت، مثل خدمة خدمات مايكروسوفت عبر الإنترنت (Microsoft Online Services) التي تتيح حزمة واسعة من الخدمات؛ كالبريد الإلكتروني، وبرمجية المشاريع (Project)، وبرمجية الاتصال (Skype)، وخدمة أوفيس ٣٦٥ (Office 365) التي تتيح برمجيات المكتب الشائعة، مثل: الوورد (Word)، والجداول الإلكترونية (Excel)، إلخ.

يوضح الجدول التالي قائمة لبعض الخدمات السحابية التي تقدِّمها مايكروسوفت.

اسم الخدمة السحابية	نموذج الخدمة السحابية
مايكروسوفت هايبر-في (Microsoft Hyper-V)	البنية التحتية كخدمة (IaaS)
مايكروسوفت فيرتشوال سيرفر (Microsoft Virtual Server)	البنية التحتية كخدمة (IaaS)
منصة ويندوز أزور (Windows Azure)	المنصة كخدمة (PaaS)
خدمات مايكروسوفت عبر الإنترنت (Microsoft Online Services)	البرمجيات كخدمة (SaaS)
خدمة أوفيس ٣٦٥ (Office 365)	البرمجيات كخدمة (SaaS)

سيلزفورس دوت كوم - Salesforce.com:

تميزت سيلزفورس دوت كوم(www.salesforce.com) كشركة متخصصة في مجال الحوسبة السحابية بخدمتها الشهيرة إدارة علاقات المستفيدين (CRM) كخدمة برمجيات (SaaS). تتكون هذه الخدمة السحابية المتاحة بأكثر من ٤٥ لغة من عدة وحدات برمجية، حيث تمثل كل وحدة مجالاً ذا علاقة بالعملاء. يمكن الوصول لهذه الخدمة السحابية من خلال أي جهاز متصل بالإنترنت سواءً أجهزة متنقلة أو حاسبات مكتبية أو محمولة. ومن ضمن أهم الوحدات المكونة لخدمة إدارة علاقات المستفيدين (CRM): حسابات المستفيد وطرق الاتصال، والتسويق، والتحليلات والتنبؤ، والفرص، وسير العمل، ومكتبة لإدارة المحتوى، وشبكات التواصل الاجتماعي، والشركاء، والتوظيف.

كما تقدِّم سيلزفورس دوت كوم خدمات المنصة كخدمة (PaaS)، تُسمَّى فورس دوت كوم (force.com)، التي تختلف عن منصات مايكروسوفت وقوقل، حيث إنَّ الخدمة موجهة ومرتبطة بالبيانات عوضاً عن الارتباط بالشفرات البرمجية، كما هو الحال مع المنصات الأخرى. وتتيح فورس دوت كوم أيضاً خدمات الاستضافة التي تعتمد على تقنياتها المتاحة وبمواصفات شائعة، مثل: المرونة في تخصيص الموارد، والأمن، وإتاحة النسخ الاحتياطي والمكرر. يتم استخدام هذه المنصة بشكل أساسي لتطوير التطبيقات السحابية والمواقع الإلكترونية، ولإطلاق التطبيق السحابي بعد اختباره على خوادم السحابة العامة. تستخدم منصة فورس دوت كوم بيئتي تطوير متكاملتين، وهما: بيئة فيجوال فورس (Visualforce) وهي عبارة عن إطار لإنشاء واجهات المستخدم الرسومية، وبيئة أبكس (Apex) وهي لغة برمجة خاصة بالمنصة تشبه بشكل كبير لغة الجافا، ولكنها تُكتَب بأسلوب إجراءات قواعد البيانات المخزنة. تستطيع أبكس تنفيذ وحدات برمجية مستقلة حسب الطلب أو تنفيذها تلقائياً اعتماداً على حدث معين يطرأ على البيانات. كما تسمح هذه اللغة للمطورين بإضافة منطق مصاحب للأحداث؛ كأن يتم تنفيذ المنطق عند النقر على زر الأوامر عند إجراء تحديث على سجل البيانات. ترتبط بيئة التطوير المتكاملة الخاصة بفورس دوت كوم بمنصة إكليبس (Eclipse)، بيئة تطوير متكاملة أيضاً؛ الأمر الذي يتيح لخدمات فورس دوت كوم عمل الاختبارات البرمجية اللازمة قبل الإطلاق والنشر. كما تتوافر أداتان لبناء واجهات المستخدم للتطبيقات حسب الطلب، وهما: أداة يو آي بيلدر (UI builder) لتطوير واجهات مستخدم بسيطة، وأداة فيجوال فورس (VisualForce) لتطوير واجهات مستخدم متقدمة وأكثر تعقيداً.

يوضح الجدول التالي قائمة لبعض الخدمات السحابية التي تقدمها سيلزفورس دوت كوم.

اسم الخدمة السحابية	نموذج الخدمة السحابية
منصة سيلزفورس دوت كوم (Force.com)	المنصة كخدمة (PaaS)
خدمة إدارة علاقات المستفيدين (CRM)	البرمجيات كخدمة (SaaS)

في إم وير – Vmware:

تُعدُّ شركة في إم وير (www.vmware.com) مزوداً بارزاً للتقنية الافتراضية للبُنَى التحتية التقنية من خلال منصة في سفيير (vSphere). وظَّفت الشركة هذه التقنية لخدمة الحوسبة السحابية تحت مبادرة أطلقت عليها مبادرة في كلاود (vCloud)، (www.cloud.vmware.com). تمثل هذه المبادرة مجموعة من التقنيات المُمكنة التي تحتوي على في إم وير في سفيير (VMware vSphere)، وواجهات التطبيقات البرمجية (APIs) لفي كلاود (vCloud)، والعديد من خدمات الحوسبة السحابية الأخرى، التي يستطيع المستفيد استخدامها من خلال السحابات الداخلية في مركز بياناته، والتي تُستخدم في إم وير (VMware)، أو من خلال بيئة يتيحها مزود سحابة في كلاود (vCloud). وتحتوي في كلاود على مجموعة من الخدمات السحابية التي تدعم أي تطبيق أو نظام تشغيل في أي موقع جغرافي يتناسب واحتياجات المستفيد. وتتكون في كلاود من:

- مكون في إم وير ريدي في كلاودز (VMware Ready vClouds)، والذي يمكن الحصول عليه من مزودي الخدمات، تيريمارك (Terremark)، وهوستينق دوت كوم (Hosting.com).
- ومكون التطبيقات التي يتم إتاحتها على شكل مكونات افتراضية، التي تُستخدم في إم وير في سفيير (VMware vSphere)، وواجهات السحابة (vCloud API).

بالنسبة لفي إم وير في سفيير (VMware vSphere)، فهو عبارة عن نظام تشغيل موجَّه للسحابة يستطيع إدارة مجموعة كبيرة من البُنَى التحتية، بما في ذلك البرمجيات والتجهيزات المادية سواءً في شبكة داخلية أو خارجية. أما واجهة السحابة (vCloud API)، فهي عبارة عن واجهة لاقتناء واستخدام الموارد الافتراضية في السحابة. وتُمكِّن هذه الواجهة من نَشْر وإدارة أعباء العمل الافتراضية سواء في الشبكة الداخلية أو الخارجية، وأيضا إدارة الاتصال بين أكثر من سحابة. وتتيح هذه الواجهة رَفْع وتحميل وإنشاء ونَشْر وتشغيل التطبيقات الافتراضية (vApps) والشبكات ومراكز البيانات الافتراضية.

ويمكن لمستخدمي تقنية في إم وير (VMware) الربط بين الموارد الافتراضية داخل مركز بياناتهم مع الموارد الافتراضية السحابية والاستفادة من التكامل بينهما، ويتم التحكم في عملية الربط والتكامل من خلال شاشة يستخدمها المستفيد لإدارة الموارد الداخلية

والسحابية. تتيح هذه الخاصية للمستفيد الاستفادة من الإمكانات والخدمات المتاحة على السحابة وغير المتاحة في مركز بياناته، مثل خدمة (VMware VMotion)، وهي خدمة تسمح بنقل الخوادم الافتراضية من خادم مادي إلى آخر داخل حدود مركز بيانات المستفيد وخارجه ، مع عدم وجود أي تعطيل لتشغيل الخدمة. ترفع هذه الخاصية من كفاءة تشغيل التطبيقات وإدارتها ونقلها؛ الأمر الذي يرفع مستوى الإتاحة واستمرارية تشغيل الأعمال.

أمَّا ما يخصُّ البرمجيات كخدمة (SaaS)، فتتيح في إم وير خدمة هايبريك إتش كيو (Hyperic HQ)، وهي عبارة عن برمجية تُستخدم لإدارة أداء تطبيقات الويب، ويستخدمها العديد من مزودي خدمات (SaaS) لمراقبة وإدارة أداء تطبيقاتهم. كما تتيح في إم وير خدمة ماي ون لوق إين (MyOneLogin) التي تُستخدم لإدارة الوصول والنفاذ وإتاحة خاصية النفاذ الموحَّد.

وبالنسبة للمنصة كخدمة (PaaS)، تتيح في إم وير حزمة برمجية، تُسمَّى في ريالايز (vRealize)، وهي عبارة عن منصة مُصمَّمة لمساعدة إداريي تقنية المعلومات في إنشاء وإدارة السحابات الهجينة غير المتجانسة. وتتكون هذه الحزمة البرمجية من المكونات الأربعة الأساسية:

- مكون أتمتة في ريالايز (vRealize Automation)، ويُستخدم لإدارة وعمل التكامل بين السحابات غير المتجانسة والمزوَّدة من أكثر من مزود سحابة.

- مكون تدوين في ريالايز (vRealize Log Insight)، ويُستخدم لإدارة وتحليل بيانات وسجلات التدوين للعمليات التي تمت على السحابة، ولعمل الاختبارات اللازمة للتدقيق على التزام مزود الخدمة.

- مكون عمليات في ريالايز (vRealize Operations)، ويُستخدَم لإدارة العمليات على بيئات السحابة المادية والافتراضية.

- مكون أعمال في ريالايز (vRealize Business for Cloud)، ويُستخدم لمتابعة التكاليف المادية للسحابة العامة والخاصة، وتتبُّع توجهات وأحجام الاستخدام، وعمل التحليلات اللازمة للخدمات السحابية التي تساعد المستفيد على اتخاذ القرارات المناسبة.

يوضِّح الجدول التالي قائمة لبعض الخدمات السحابية التي تقدِّمها في إم وير(VMware).

اسم الخدمة السحابية	نموذج الخدمة السحابية
خدمة في كلاود (vCloud)	البنية التحتية كخدمة (IaaS)
خدمة (VMware VMotion)	البنية التحتية كخدمة (IaaS)
خدمة (vRealize)	المنصة كخدمة (PaaS)
خدمة (Hyperic HQ)	البرمجيات كخدمة (SaaS)
خدمة (MyOneLogin)	البرمجيات كخدمة (SaaS)

ملحق (٢): أبرز واضعي معايير الحوسبة السحابية

نستعرض في هذا الملحق مجموعة من أبرز واضعي المعايير ذات العلاقة بتقنية الحوسبة السحابية، وعددهم ١١، وهم:

١- المعهد الوطني للمعايير والتقنية (NIST).

٢- منظمة تحالف أمن السحابة (CSA).

٣- وحدة عمل الإدارة الموزعة (DMTF).

٤- جمعية قطاع شبكات التخزين (SNIA).

٥- منظمة تحسين معايير المعلومات المهيكلة (OASIS).

٦- المنظمة الدولية للمعايير (ISO).

٧- المجموعة المفتوحة.

٨- الجمعية المشاعة المفتوحة (OCC).

٩- جمعية قطاع الاتصالات (TIA).

١٠- اللجنة التقنية للحوسبة السحابية التابعة لـ (IEEE).

١١- مشروع تحالف الحرية.

المعهد الوطني للمعايير والتقنية National Institute of Standards and Technology (NIST):

المعهد الوطني للمعايير والتقنية (NIST) عبارة عن وكالة فيدرالية تتبع إدارياً لوزارة التجارة الأمريكية(www.nist.gov). وتتمثل رسالته في تعزيز الابتكار في الولايات المتحدة الأمريكية، والقدرة التنافسية الصناعية من خلال تطوير علم القياس والمعايير والتقنية باستخدام منهجيات تعزِّز الأمن الاقتصادي وتحسين جودة الحياة. أما نشاطاته الرئيسية فتتركز في ثلاثة محاور، هي: علم القياس، المتابعة الدقيقة، ووضع واستخدام المعايير. ومن

ضمن أهم مشاريع المعهد: مشروع قيادة جهود الحكومة الفيدرالية لوضع معايير لتناقل البيانات، ووضع معايير للحوسبة السحابية، ووضع معايير لأمن الحوسبة السحابية.

قام المعهد بتطوير العديد من المعايير، ونشر العديد من التوصيات المتعلقة بالحوسبة السحابية. ونتطرقُ فيما يلي إلى خمسٍ منها:

- وَضْع تعريف للحوسبة السحابية في وثيقة بإصدار خاص رقم (١٤٤-٨٠٠). ويتميز هذا التعريف بشموليته التي ترتكز على خصائص ونماذج الحوسبة السحابية. ويهدف المعهد من هذا التعريف الشامل، كما نُصَّ على ذلك، إلى تعريف معيار ذي حد أدنى من القيود لتفادي أي تفصيلات قد تحدُّ من الإبداع والابتكار. وينص تعريف الحوسبة السحابية على أنها: "عبارة عن نموذج يهدف إلى تمكين الوصول إلى الشبكة الحاسوبية، بناءً على طلب المستفيد، بشكل مريح ومن أي مكان، حيث يوجد تجمّع مشترك من الموارد الحاسوبية المجهزة (كالشبكات، والخوادم، ووسائط التخزين، والتطبيقات، والخدمات)، والتي يمكن توفيرها ونشرها بأقل جهد إداري ممكن، وبدون تدخل من مزود الخدمة" (Mell and Grance, 2011). وتحدِّد الوثيقة نفسها خمس خصائص رئيسية للحوسبة السحابية، وهي:

  ١. الحوسبة السحابية هي خدمة ذاتية وحسب الطلب.

  ٢. الحوسبة السحابية هي خدمة ذات وصول واسع للشبكة الحاسوبية.

  ٣. الحوسبة السحابية عبارة عن تجمُّع واسع من الموارد الحاسوبية.

  ٤. الحوسبة السحابية ذات مرونة سريعة في تخصيص وتحرير تلك الموارد.

  ٥. الحوسبة السحابية هي خدمة قابلة للقياس.

  كما تُحدِّد الوثيقة ثلاثة نماذج لخدمات الحوسبة السحابية، وهي:

  ١- نموذج البرمجيات كخدمة (SaaS).

  ٢- نموذج المنصة كخدمة (PaaS).

  ٣- نموذج البنية التحتية كخدمة (IaaS).

  أخيراً، تُحدِّد الوثيقة أربعة نماذج لنَشْر وإطلاق السحابة، وهي:

١- السحابة الخاصة (Private Cloud).

٢- السحابة المجتمعية (Community Cloud).

٣- السحابة العامة (Public Cloud).

٤- السحابة الهجينة (Hybrid Cloud).

- دليل إرشادات خاص بأمن السحابة والخصوصية في الحوسبة السحابية العامة في وثيقة بإصدار خاص رقم (١٤٤-٨٠٠). يقدِّم هذا الدليل نظرة عامة عن التحديات الخاصة بأمن وخصوصية الحوسبة السحابية العامة، كما يشير الدليل إلى ضرورة أن تراعي المنظمات المستفيدة من خدمات الحوسبة السحابية العديدَ من الاعتبارات المهمة عند نقل البيانات والتطبيقات والبنية التحتية إلى بيئة السحابة العامة.

- خارطة طريق لمعايير الحوسبة السحابية في وثيقة بإصدار خاص رقم (٢٩١-٥٠٠). هذه الوثيقة عبارة عن مسح لكل المعايير الموجودة والخاصة بالأمن، وقابلية النقل، ومعايير العمل المشترك فيما بين الموارد السحابية، والنماذج، وحالات الاستخدام ذات الصلة بالحوسبة السحابية، بالإضافة لتحديد المعايير الحالية والفجوات الموجودة والأولويات.

- التصميم المرجعي للحوسبة السحابية في وثيقة بإصدار خاص رقم (٢٩٢-٥٠٠). توضِّح هذه الوثيقة التصميم المرجعي للحوسبة السحابية، بناءً على تعريف الحوسبة السحابية المُقدَّم من المعهد الوطني للمعايير والتقنية (NIST)، الذي يتبنّى نموذجاً نظرياً عمومياً لبحث ومناقشة المتطلبات والتصاميم والعمليات الخاصة بالحوسبة السحابية.

- قابلية استخدام الحوسبة السحابية في وثيقة بإصدار خاص رقم (٣١٦-٥٠٠). تقدِّم هذه الوثيقة إطاراً عاماً يساعد في تقييم الخصائص الأساسية لتوقعات مستخدم السحابة. يحتوي هذا الإطار العام على خمس خصائص أساسية: (الكفاءة والقدرة، والتخصيص بما يناسب الاحتياجات، والاعتمادية، والقيمة المضافة، والأمن)، كما يحتوي الإطار على ٢١ عنصراً تميز توقعات مستخدم السحابة.

منظمة تحالف أمن السحابة(Cloud Security Alliance (CSA:

منظمة تحالف أمن السحابة (cloudsecurityalliance.org) عبارة عن منظمة عالمية رائدة في تعريف ونَشْر أفضل الممارسات للمساعدة في ضمان استخدام بيئة حوسبة سحابية آمنة. تسهم هذه المنظمة في استغلال وتوظيف الخبرات الفنية المتكدسة لدى للممارسين والجمعيات والحكومات والهيئات لطرح وعرض أبحاث أمن السحابة، والتعليم، والشهادات، والمنتجات في مجال الحوسبة السحابية. تفيدُ أنشطةُ منظمة تحالف أمن السحابة، بالمعارف المتاحة لديها وشبكة تواصلها الواسعة، مجتمعَ الحوسبة السحابية، من المزودين والمستفيدين والحكومات ورجال الأعمال، كما تفيد في تكريس الجودة في مجال الحوسبة السحابية. كما أن طبيعة عمل هذه المنظمة تتيح مجتمعاً يمكن أن يشارك أعضاؤه في خلق نظام بيئة سحابية موثوقة واستمرارية المحافظة عليه. وتعتمد هذه المنظمة في نشاطاتها على الأعضاء المسجلين لديها من مزودي ومستفيدي الحوسبة السحابية. وتعمل المنظمة على الحفاظ على مكانتها كحاضنة للمعايير أكثر من كونها مطورةً لها، من خلال نَشْر أفضل الممارسات المتعلقة بأمن الحوسبة السحابية.

ومن الأدلة المنشورة لأفضل الممارسات ما يلي:

- قامت المنظمة بتطوير نموذج مرجعي لمبادرة السحابة الموثوقة (Trusted Cloud Initiative – TCI). هذا النموذج عبارة عن منهجية ومجموعة أدوات تمكِّن مطوري التطبيقات السحابية وأخصائيي أمن تقنية المعلومات وأخصائيي إدارة المخاطر من عمل تقييم شامل عن الحالة التشغيلية لتقنية المعلومات داخل المنظمات، وضوابط اختيار مزودي الخدمات السحابية من ناحية قدراتهم التقنية والأمنية، كما تمكِّنهم من عمل خارطة طريق لتحقيق الاحتياجات الأمنية الخاصة بأعمال المنظمات. يتكوَّن هذا النموذج المرجعي من سبعة نطاقات شاملة تمَّ تعريفُها وتنظيمها استناداً على أُطُر معمارية شهيرة تمثل أفضل الممارسات في مجال تقنية المعلومات بشكل عام، وفي مجال أمن المعلومات بشكل خاص، مثل: إطار سابسا (SABSA)، وإطار آي تيل (ITIL)، وإطار توجاف (TOGAF)، وإطار جيريكو (Jericho). وهذه النطاقات هي:

  ١. نطاق خدمات دعم عمليات الأعمال.

  ٢. نطاق عمليات تقنية المعلومات والدعم.

٣. نطاق خدمات العرض.
٤. نطاق خدمات التطبيقات.
٥. نطاق خدمات المعلومات.
٦. نطاق خدمات البنية التحتية.
٧. نطاق إدارة الأمن والمخاطر.

- مصفوفة ضوابط السحابة (Cloud Controls Matrix – CCM)، (الإصدار رقم ٢,١). تحتوي المصفوفة على ١٦ بُعْداً أمنيًّا يساعد المستفيد المستقبلي على عمل تقييم شامل للمخاطر الأمنية المرتبطة بمزودي الحوسبة السحابية. وهذه الأبعاد هي:

١. نطاق خدمات دعم عمليات الأعمال.
٢. أمن التطبيقات والواجهات.
٣. المراجعة والالتزام.
٤. إدارة استمرارية الأعمال ومرونة التشغيل.
٥. ضبط التغيير وإدارة التهيئة.
٦. أمن البيانات وإدارة دورة حياة المعلومات.
٧. أمن مركز البيانات والتشفير وإدارة المفاتيح.
٨. الحوكمة وإدارة المخاطر.
٩. أمن الموارد البشرية.
١٠. إدارة الهوية والنفاذ.
١١. البنية التحتية والتقنية الافتراضية.
١٢. القابلية للمشاركة والتنقل.
١٣. أمن الهواتف المتنقلة.
١٤. إدارة الحوادث الأمنية.

١٥. إدارة الإمدادات، والشفافية والمسؤولية.

١٦. إدارة التهديدات والقابلية للتهديدات.

وحدة عمل الإدارة الموزعة Distributed Management Task Force (DMTF):

وحدة عمل الإدارة الموزعة (www.dmtf.org) هي منظمة تركِّز على وضع المعايير في مجال تقنية المعلومات بغرض تسهيل إدارة التقنيات التي يمكن الوصول إليها عبر الشبكات. يتم وضع المعايير من خلال الجهود المشتركة والمفتوحة بين شركات تقنية المعلومات الرائدة في المجال، مثل: شركة (AMD)، و(Broadcom)، و(Cisco)، و(Citrix)، و(EMC)، و(HP)، و(IBM)، و(Intel)، و(Microsoft)، و(Oracle)، و(VMware). تقود منظمة (DMTF) الحراك الدولي لتبنّي معايير الإدارة القابلة للتشغيل المتبادل، وتدعم تطبيق المعايير الذي يمكِّن من إدارة التقنيات التقليدية والتقنيات الحديثة المتنوعة، بما في ذلك السحابة، والتقنية الافتراضية، والشبكات، والبُنَى التحتية التقنية.

تكمن أهمية معايير منظمة (DMTF) في أنها توفِّر منهجاً متكاملاً وفعالاً من حيث التكلفة المادية لإدارة التقنيات من خلال تقديم الحلول القابلة للتشغيل المتبادل، كما أنَّ لديها الدعمَ الفني والأدوات والبُنَى التحتية اللازمة للتطوير والتعاون المشترك. يساعد تطبيق سياسات وإجراءات منظمة (DMTF) في اختصار الوقت الزمني للوصول إلى المستفيدين والأسواق التجارية، وفي التحفيز على التبنّي المبكر للتقنيات، من خلال تطبيقها لسياسات حماية حقوق الملكية، ولإجراءات الاعتماد المتبعة لمواصفات التقنيات.

طوَّرت (DMTF) مجموعة متعددة من المعايير تصل إلى ١٥ معياراً، تتنوع مواضيعها بين إدارة الشبكات، وإدارة السحابة، وإدارة التقنية الافتراضية، وإدارة خدمات الويب، وإدارة قواعد البيانات، وإدارة الواجهات البرمجية للتطبيقات (APIs). نتطرق فيما يلي إلى اثنين منها على سبيل المثال فقط، ويمكن للقارئ الرجوع إلى البوابة الإلكترونية لـ (DMTF) للاطلاع على كل المعايير.

- معيار بُنية التقنية الافتراضية المفتوحة (Open Virtualization Format-OVF). يتيح هذا المعيار لقطاع تقنية المعلومات تصميمات لقوالب جاهزة يمكن الاستئناس بها في تطوير الحلول البرمجية المبنية على الأنظمة الافتراضية؛ الأمر الذي يحلّ الكثير من

المشاكل التشغيلية التي يواجهها موردو البرمجيات ومزودو خدمات الحوسبة السحابية. وقد اعتمدت المنظمة الدولية لتوحيد المقاييس (ISO) هذا المعيار ونشرته بوصفه المعيار رقم ISO17203.

- معيار الواجهات البرمجية للتطبيقات ريدفيش (Redfish API). عبارة عن معيار مفتوح يحدِّد المواصفات اللازمة لتصميم الواجهات البرمجية للتطبيقات، من خلال استخدام واجهة (RESTful)، وتوظيف أدوات (JSON)، و(OData) لمساعدة المستفيدين في عمل التكامل اللازم بين حلولهم البرمجية الحديثة والحلول البرمجية القديمة. ومن خلال التدرُّج في تطوير هذا المعيار، يتم السعي للإشارة إلى كل مكونات مركز البيانات؛ من خوادم وشبكات وتجهيزات وبرمجيات، بما يناسبها من واجهات برمجية معيارية.

جمعية قطاع شبكات التخزين Storage Networking Industry Association (SNIA):

الهدف الرئيس لجمعية قطاع شبكات التخزين (www.snia.org) هو تشجيع وتطوير المعايير والتقنيات والخدمات التعليمية لعملية إدارة المعلومات. ولقد طوَّرت (SNIA) مواصفات مبادرة إدارة التخزين (SMI-S) التي كان قد تمَّ تبنيها من قِبل منظمة أيزو (ISO). كما أنشأت (SNIA) مجلساً وسيطاً يُعرف باسم مبادرة التخزين السحابي (CSI) التي تشجِّع على استخدام نموذج التخزين كخدمة (Storage-as-a-Service) لتقديم الخدمات، وذلك لتقديم خدمة تخزين مرنة، وبناءً على الطلب والدفع حسب الاستخدام.

طوَّرت (SNIA) مجموعة معايير تصل إلى ١١ معياراً، تتنوع مواضيعها بين واجهة إدارة بيانات السحابة (CDMI)، ومواصفات هيئة نظام ملفات الأشرطة المتسلسلة (LTFS)، ومواصفات إدارة جهاز التخزين الشبكي، ونموذج برمجة الذاكرة غير المتذبذبة (NVM)، ومواصفات أمن طبقة النقل (TLS) لأنظمة التخزين، بالإضافة إلى معايير أخرى. نتطرق فيما يلي إلى ثلاثة منها على سبيل المثال فقط، ويمكن للقارئ الرجوع إلى البوابة الإلكترونية لـ (SNIA) للاطلاع على كل المعايير.

- بالنسبة لمعيار واجهة إدارة بيانات السحابة (CDMI)، فهو معيار يعرِّف واجهة وظيفية تستخدمها التطبيقات لإنشاء عناصر البيانات، واسترجاعها، وتحديثها، ومسحها من السحابة. وكجزء من هذه الواجهة يتمكن المستخدم من استكشاف إمكانيات التخزين السحابي، ويستطيع استخدام هذه الواجهة لإدارة الحاويات والبيانات التي يتم وضعها على الواجهة. كما يمكن تهيئة وتثبيت البيانات الوصفية (metadata) على الحاويات وعناصرها من خلال هذه الواجهة. ويمكن توظيف الواجهة أيضاً من قِبَل التطبيقات الإشرافية والإدارية لإدارة الحاويات، والحسابات، والنفاذ الآمن، ومعلومات المراقبة والفوترة. ما يميز هذه الواجهة إظهارها لكل الإمكانيات المتضمنة في خدمات التخزين والبيانات حتى يتمكن المستفيد من فَهم واستغلال هذه الإمكانيات.
- أما مواصفات إدارة جهاز التخزين الشبكي، فتقدِّم وصفاً تفصيلياً لكل الوظائف والمميزات الإدارية لفئة الجهاز الشبكي المعروف باسم (IP Based Drives). تحتوي هذه المواصفات على تصنيف لجميع قدرات أجهزة التخزين الشبكي.
- وتُعرف مواصفات نموذج برمجة الذاكرة غير المتذبذبة (NVM) السلوكيات المُوصَى بها فيما بين مكوني فضاء المُستخدِم ونظام التشغيل اللذين يدعمان التعامل مع الذكرة الثانوية غير المتذبذبة. تهدف هذه المواصفات إلى إظهار وفهم سلوكيات الذاكرة غير المتذبذبة حتى يمكن التعامل معها بكفاءة من قِبَل عدة واجهات غير محددة لعدة أنظمة تشغيل.

منظمة تحسين معايير المعلومات المهيكلة Organization for the Advancement of Structured Information Standards (OASIS)

منظمة تحسين معايير المعلومات المهيكلة (www.oasis-open.org) عبارة عن تحالف غير ربحي يقود عمليات تطوير وتجميع وتبنّي المعايير المفتوحة لمجتمع المعلومات العالمي. تسعى منظمة (OASIS) إلى تكوين إجماع في قطاع تقنية المعلومات، ووضع معايير عالمية في مجالات أمن تقنية المعلومات، وإنترنت الأشياء (IOT)، والحوسبة السحابية، والطاقة، وتقنيات المحتوى، وإدارة الأزمات، والعديد من المجالات الأخرى. تهدف (OASIS) من معاييرها المفتوحة إلى تخفيض التكاليف المادية، وتشجيع الابتكار، ونمو الأسواق العالمية، وحماية حق الاختيار الحر للتقنية. يتكون أعضاء (OASIS) من شريحة واسعة تمثل قادة التقنية في القطاعين الخاص والعام، والمستخدمين، والأفراد المؤثرين في قطاع تقنية المعلومات. يوجد لدى تحالف (OASIS) أكثر من ٥٠٠٠ مشارك يمثلون أكثر من ٦٠٠ منظمة وأفراد مستقلين من أكثر من ٦٥ دولة حول العالم.

وفي مجال الحوسبة السحابية، يقدِّم تحالف (OASIS) معيارين رئيسيين، هما:

- معيار إدارة التطبيقات السحابية للمنصات (CAMP). يسعى هذا المعيار إلى تطوير بروتوكول التشغيل المتبادل، الذي يتمُّ تطبيقه لتغليف التطبيقات السحابية ثم نشرها. كما يُعرّف معيار (CAMP) الواجهات التي تتيح للمستفيد التزود بالموارد السحابية تلقائياً، ومراقبتها والتحكم فيها. من المتوقع أن يعزِّز معيار (CAMP) إيجاد بيئة عمل تحتوي على أدوات شائعة الاستخدام، ومكتبات برمجية، وأُطُر عمل للبرمجيات؛ الأمر الذي يسمح للموردين عرض منتجات ذات قيمة مضافة بالنسبة للمستخدم. ومن حالات الاستخدام الشائعة لمعيار (CAMP) ما يلي:
  - نقل التطبيقات من البيئة التقليدية المحلية إلى البيئة السحابية (سحابة عامة أو خاصة).
  - إعادة إطلاق ونَشْر التطبيقات على منصات سحابية تابعة لعدة مزودي خدمات سحابية.
- هيكلة ومُناغَمة مواصفات التطبيقات السحابية (TOSCA). يعمل هذا المعيار على تحسين القابلية لتناقل التطبيقات والخدمات السحابية عبر دورة حياتها كاملةً. يُمكِّن

معيار (TOSCA) من القيام بالوصف البيني لقابلية تشغيل الخدمات السحابية والتطبيقات والبُنى التحتية، ووصف العلاقة بين أجزاء الخدمة الواحدة، ووصف السلوك التشغيلي للخدمات السحابية (مثل: الإطلاق، والترقية، والإيقاف)، بغض النظر عن مزود الخدمة أو مطوِّرها أو التقنية المُشغِّلة للخدمة. كما يتيح معيار (TOSCA) إمكانية الربط بين السلوك التشغيلي العمومي وإدارة البنية التحتية للسحابة.

المنظمة الدولية للمعايير International Organization for Standardization (ISO):

المنظمة الدولية للمعايير (www.iso.org) هي منظمة مستقلة دولية وغير حكومية، وتضمُّ في عضويتها ١٦٢ هيئة وطنية للمعايير من دول متعددة حول العالم، مثل: معهد المعايير الوطني الأمريكي (ANSI)، ومعهد المعايير البريطاني (BSI)، وجمعية المعايير الفرنسية (AFNOR)، وإدارة المعايير في الصين (SAC)، والهيئة السعودية للمواصفات والمقاييس والجودة (SASO). ومن خلال تضافر الجهود من قبل أعضائها، تسعى المنظمة الدولية للمعايير إلى جمع الخبراء للتشارك في المعرفة وتطوير معايير دولية متفق عليها وذات علاقة باحتياجات الأسواق وبشكل تطوعي؛ لدعم الابتكار وتقديم الحلول للتحديات التي تطرأ على المستوى الدولي.

بالتعاون مع اللجنة الكهروتقنية الدولية (International Electrotechnical Commssion – IEC)، تمَّ تشكيل لجنة مشتركة مع المنظمة الدولية للمعايير (ISO)، تُسمَّى لجنة (ISO/IEC)، يكون الغرض منها تطوير المعايير في مجالات تقنية المعلومات (IT)، وتقنية المعلومات والاتصالات (ITC). وقد قامت هذه اللجنة بنشر ٣٠٩٣ معياراً في مجال تقنية المعلومات وتقنية المعلومات والاتصالات، ومن ضمن هذه المعايير مرتبةً حسب ارتباطها بالحوسبة السحابية ما يلي:

- معيار ISO/IEC 19941، وهو عبارة عن معيار يحدِّد قابلية العمل المشترك للحوسبة السحابية وأنواع القابلية للنقل والعلاقة بينهما، والمصطلحات والمفاهيم الشائعة والمشتركة بينهما وذات العلاقة بخدمات السحابة.

- سلسلة معايير ISO/IEC 27000-series، وهي عبارة عن سلسلة معايير ذات علاقة بأنظمة تقنيات الاتصالات والمعلومات. المعايير الأساسية في هذه السلسلة هي ISO/IEC 27001 وISO/IEC 27002، حيث تحتوي معايير ISO/IEC 27001 على المتطلبات المتعلقة بأنظمة إدارة أمن المعلومات، في حين توصّف معايير ISO/IEC 27002 سلسلة من الضوابط التي تشير إلى جوانب محددة من أنظمة إدارة أمن المعلومات. كما تتضمن هذه السلسلة معايير ISO/IEC 27017 وISO/IEC 27018، حيث تمثِّل الأولى قواعد لممارسات ضوابط أمن المعلومات بناءً على معايير ISO/IEC 27002 للخدمات السحابية، في حين تمثِّل الثانية قواعد لممارسات حماية المعلومات المحددة للهوية في السحابة العامة.
- سلسلة معاييرISO/IEC 20000، وهي عبارة عن سلسلة من المعايير الراسخة والمعروفة دولياً لإدارة خدمات تقنية المعلومات. على الرغم أنها غير موجهة خصيصاً للحوسبة السحابية، إلا أنه يتم تطوير إصدارات خاصة منها، مثل ISO/IEC 20000-7 وISO/IEC 20000-11 للإشارة إلى تطبيقها على الحوسبة السحابية، ولوصف العلاقة بينها وبين الإطارات الأخرى، مثل ITIL.
- إطار ISO/IEC 38500، وهو عبارة عن إطار لحوكمة تقنية المعلومات داخل المنظمة، ويتيح مجموعة من المبادئ الاسترشادية للإدارة العليا في المنظمة؛ للتعرف على الاستخدام المقبول والفعال في المنظمة. هذه المعايير ليست مُخصَّصة للحوسبة السحابية ولكن يمكن تطبيقها فيها.

المجموعة المفتوحةThe Open Group:

المجموعة المفتوحة (opengroup.org) عبارة عن اتحاد عالمي يساعد المنظمات على تحقيق أهدافها من خلال سنِّ واحتضان معايير تقنية المعلومات. يضمُّ التحالف أكثر من ٥٠٠ منظمة عضو تغطي جميع القطاعات التي تستفيد من تقنية المعلومات، بما فيها من العملاء، ومزودي الحلول والأنظمة، وموردي الأدوات التقنية، والعاملين في تكامل الأنظمة والخدمات، والمستشارين، والأكاديميين، والباحثين. وتهدف المجموعة إلى:

- دراسة وفهم المتطلبات الحالية والناشئة، ووضع السياسات، ومشاركة أفضل الممارسات.
- تسهيل عملية التشغيل المتبادل، وتطوير وتكامل المواصفات والتقنيات مفتوحة المصدر.
- تفعيل خدمة الشهادات المعتمدة في قطاع تقنية المعلومات.

تضمُّ المجموعة المفتوحة مجموعة عمل متخصصة في مجال السحابة، تهدف إلى تعريف مزودي الخدمات السحابية والمستفيدين بطرق استخدام التقنيات السحابية، للوصول إلى الاستفادة القصوى منها لتحقيق تخفيض التكاليف المادية والمرونة.

وفي مجال الحوسبة السحابية، يوجد ثلاثة معايير رئيسية طورتها المجموعة، وهي:

- معيار النموذج المرجعي لنظام بيئة السحابة (Cloud Ecosystem Reference Model). يُعتبَر هذا المعيار مرجعاً لتطوير الخدمات السحابية، حيث يُعرّف بيئة نظامية للسحابة تطبِّق مبادئ التعاون المشترك بين الموارد السحابية، وإمكانية التناقل، والمرونة. ويعزِّز هذا المعيار إمكانية مشاركة البيانات بشكل آمن عبر السحابة، بغض النظر عن الموقع الجغرافي للبيانات. كما يضمن هذا المعيار الثبات والقابلية للتطبيق للخدمات السحابية حتى في البيئات التقنية غير المتجانسة. كما يحتوي هذا المعيار على إرشادات عن كيفية تطبيقه مع معايير (TOGAF)، ومعايير (ArchiMate) المفتوحة لتطوير هيكلة المنظمة.
- إطار البنية التحتية للحوسبة السحابية الموجهة للخدمة (SOCCI). يحتوي هذا الإطار على مجموعة مكونات برمجية مصممة بأسلوب الخدمة الموجهة (SOA)، التي يتمُّ توظيفها وتطبيقها على البنية التحتية التقنية في السحابة، ليتم إتاحة البُنى التحتية كخدمة.
- معيار المنصة المفتوحة (Open Platform). يُعرّف هذا المعيار منصات التطبيقات القابلة للتشغيل المتبادل، التي تتيح للمستفيد الاستفادة من التقنيات الجديدة، بما في ذلك الحوسبة السحابية، والحوسبة المتنقلة، والبيانات الضخمة، وإنترنت الأشياء.

الجمعية المشاعة المفتوحةOpen Commons Consortium (OCC):

الجمعية المشاعة المفتوحة (occ-data.org) هي منظمة لا تسعى إلى الربح، تُشغِّل وتُدير البُنى التحتية للحوسبة السحابية والبيانات المشاعة؛ لغرض دعم البحوث العلمية، والطبية، والرعاية الصحية، والبحوث البيئية. تضمُّ الجمعية في عضويتها كيانات من كل أنحاء العالم، بما في ذلك العديد من الجامعات، والشركات، والأجهزة الحكومية، والمختبرات الوطنية، مثل: سيسكو (Cisco)، وياهو (Yahoo)، وسيتريكس (Citrix)، ووكالة ناسا (NASA)، وشركة أيروسبيس للطيران (Aerospace Corporation)، وجامعة جون هوبكنز (John Hopkins University)، وجامعة شيكاغو (the University of Chicago). تسعى الجمعية المشاعة المفتوحة (OCC) إلى تقديم الدعم في مجال تطوير المعايير ذات العلاقة بالحوسبة السحابية مع التركيز على البيئة السحابية كثيفة البيانات. تتمثل رسالة الجمعية في سبع مهام رئيسية:

١. إدارة البُنى التحتية المشاعة للبيانات والمخازن، مثل: سحابة البيانات العلمية المفتوحة (OSDC)، والبيانات العامة المشاعة (Public Data Commons).

٢. إتاحة إطار حوكمي يساعد أصحاب المصلحة على المساهمة في نجاح البيانات المشاعة.

٣. تقديم الفهارس والبيانات الوصفية وخدمات أخرى تدعم نشاطات البيانات المشاعة.

٤. إدارة البنية التحتية للحوسبة السحابية لسحابة البيانات العلمية المفتوحة (OSDC)؛ لدعم البحوث العلمية، والبيئية، والطبية، والرعاية الصحية.

٥. إدارة المنصة التطويرية للحوسبة السحابية، مثل منصة السحابة المفتوحة (Open Cloud Testbed)، لتحسين خدمات وبرمجيات الحوسبة السحابية.

٦. تطوير المعايير والتطبيقات والمؤشرات المرجعية، مثل مؤشر مالستون (MalStone Benchmark)، لتحسين وتطوير الحوسبة السحابية.

٧. رعاية ورش العمل والفعاليات ذات العلاقة بالحوسبة السحابية، والبيانات المشاعة؛ لرفع وعي مجتمع بالحوسبة السحابية.

طوَّرت الجمعية العمومية المفتوحة (OCC) مؤشر مالستون (MalStone Benchmark)، الذي يُعتبَر أداةً لاختبار وقياس الطبقات الوسطى في السحابة المستخدمة

لاستكشاف وتنقيب البيانات، ولحوسبة ومعالجة البيانات الضخمة. كما أنشأت الجمعية عدداً من المنصات الاختبارية التي يتم استخدامها في إجراء الاختبارات الضرورية للموارد السحابية، مثل: منصة الشبكة الافتراضية الاختبارية (Virtual Network Testbed)، ومنصة السحابة المفتوحة الاختبارية (Open Cloud Testbed).

جمعية قطاع الاتصالات(Telecommunications Industry Association (TIA:

جمعية قطاع الاتصالات (www.tiaonline.org) هي جمعية تجارية تأسست في عام ١٩٨٨م، حيث تقدِّم خدماتها بمقابل مادي. وتمثِّل الجمعية قطاع تقنية المعلومات والاتصالات دولياً؛ من خلال تطوير المعايير، والمبادرات، وفرص الأعمال، ومعلومات السوق، والفعاليات التواصلية للأعضاء. وبدعم من مئات الأعضاء، تعزِّز الجمعية بيئة الأعمال للشركات العاملة في مجال الاتصالات والنطاق العريض (Broadband)، والاتصالات اللاسلكية المتنقلة، وتقنية المعلومات، والشبكات، والكابلات، والأقمار الصناعية، والاتصالات الموحدة، والاتصالات في حالات الطوارئ، واستخدام التقنية الخضراء. وتمَّ اعتماد الجمعية من قِبل معهد المعايير الوطني الأمريكي (ANSI).

وفي الجمعية أكثر من ٥٠٠ مشارك نشط من مصنعي تجهيزات الاتصالات ومزودي الخدمات والأجهزة الحكومية والمؤسسات الأكاديمية والمستخدمين النهائيين، يشاركون في عملية تطوير المعايير. ولضمان إدراج هذه المعايير على الصعيد الدولي، تشارك الجمعية أيضاً في الاتحاد الدولي للاتصالات (International Telecommunication Union)، والمنظمة الدولية للمعايير (ISO)، واللجنة الكهروتقنية الدولية (IEC).

طوَّرت الجمعية معايير لتقنيات الاتصالات ومراكز البيانات، مثل معيار البنية التحتية للاتصالات في مراكز البيانات، بمسمَّى معيار (TIA-942)، الذي تمَّ نشره في عام ٢٠٠٥م، ثم تمَّ التعديل عليه في عام ٢٠١٠م. يضع هذا المعيار الخطوط العريضة لمتطلبات الحد الأدنى لتكرار البنية التحتية للاتصالات في تصميم مكوَّن من أربع طبقات، إضافةً لمتطلبات الحد الأدنى للبُنَى التحتية الخاصة باتصالات مراكز البيانات. كما طوَّرت الجمعية معيار (TIA-4962)، الذي يركز على الترقيم والتحديد والإشارة إلى جوانب مهمة في تقنيات الاتصال من الجهاز الذكي إلى الجهاز الذكي (M2M)، والخدمات التي يمكن أن تستفيد من هذه التقنيات.

اللجنة التقنية للحوسبة السحابية التابعة لـ (IEEE)

The IEEE Technical Committee on Cloud Computing (TCCLD)

معهد مهندسي الكهرباء والإلكترونيات (IEEE) عبارة عن منظمة مهنية كبرى متخصصة في تطوير التقنيات والإلكترونيات على المستوى العالمي (www.ieee.org). يضمُّ هذا المعهد ٤٢٣،٠٠٠ عضو من أكثر من ١٦٠ دولة حول العالم، ويقوم بنشر الإصدارات العلمية وعقد المؤتمرات بشكل دوري، كما أنَّ له إسهاماتٍ في وَضْع المعايير والقيام بالأنشطة التعليمية، ويُعدُّ أحدَ المصادر الموثوقة في مجالات الهندسة، وتقنية المعلومات، والحوسبة حول العالم.

ينبثق من هذا المعهد لجنة تُسمَّى باللجنة التقنية للحوسبة السحابية (TCCLD)، وعنوان اللجنة على الإنترنت هو (cloudcomputing.ieee.org). تتمثل مهمة اللجنة في توسيع نطاق التواصل المهني بين الأعضاء، وتسهيل تبادل المعلومات، وتحفيز إجراء البحوث العلمية في مجال الحوسبة السحابية. تشجع هذه اللجنة التركيز على الابتكار والتطوير في مجالات فرعية من الحوسبة السحابية، مثل: البنية التحتية للحوسبة السحابية، وأنظمة السحابة، وأنظمة التشغيل المتبادل، والتطبيقات والخدمات، وأمن الحوسبة السحابية، ومعايير السحابة، والبيانات الضخمة والسحابة، والسحابة المتنقلة، واتصالات السحابة، وإنترنت الأشياء، والأعمال والإدارة، والسحابات المستديمة.

تشرف اللجنة على مشروعين ضخمين في مجال الحوسبة السحابية، وهما:

- مشروع الملفات الشخصية في السحابة (IEEE P2301 – Cloud Profiles). المشروع عبارة عن دليل إرشادي لتناقل الملفات الشخصية وتشغيلها بينياً على منصة السحابة. يوصي هذا الدليل المشاركين في بيئة السحابة من مزودين ومستفيدين ومستخدمين بتبنّي الخيارات المبنية على المعايير في نطاقات واجهات التطبيقات، وواجهات القابلية لتناقل البيانات، وواجهات إدارة السحابة، وواجهات التشغيل المتبادل، وهيكلية الملفات، واتفاقيات التشغيل. يقوم الدليل بتجميع هذه الخيارات في تصنيفات منطقية تلبي احتياجات المستخدمين.
- مشروع السحابة البينية (IEEE P2302 – InterCloud). المشروع يهدف إلى تطوير معيار يختصُّ بالتشغيل المتبادل بين السحابات، وبربط البيئات السحابية الخاصة

بمزودي سحابة أو أكثر، وهو المبدأ الذي يُسمَّى باتحاد السحابات. يُعرِّف هذا المعيار هيكلية ووظائف وحوكمة التشغيل المتبادل واتحاد السحابات. تشمل هيكلية السحابات وجود أكثر من سحابة، والبُنى التحتية، والتشريعات المنظِّمة للتبادل، وبوابات تبادل البيانات؛ في حين تشمل العناصر الوظيفية فضاءات أسماء الموارد، والتراسل، ووحدات القياس، والبُنى التحتية الموثوقة. وتشمل عناصر الحوكمة التسجيل، والاستقلال الجغرافي، والتدقيق، والالتزام.

مشروع تحالف الحرية Liberty Alliance:

مشروع تحالف الحرية (www.projectliberty.org) عبارة عن مشروع يهدف إلى بناء بيئات تقنية مفتوحة المعايير، بحيث يستطيع المستفيدون من أفراد وكيانات من إجراء معاملاتهم الإلكترونية بسهولة أكبر، وفي الوقت نفسه المحافظة على خصوصية وأمن معلومات هويتهم. ويمكن أن يتم ذلك من خلال:

- بناء مواصفات مفتوحة ومبنية على المعايير لخدمات الويب المؤسَّسة على الهوية.
- إتاحة بيئة اختبارية للتشغيل المتبادل.
- إتاحة برامج معتمدة للمنتجات التقنية التي تطبق مواصفات مشروع تحالف الحرية.
- تأسيس أفضل الممارسات، والأحكام، والمسؤوليات، وإرشادات الأعمال.
- التعاون المشترك مع الكيانات الأخرى المتخصصة في وضع المعايير وحماية الخصوصية، ومع مجموعات السياسات الحكومية.
- معالجة قضايا الخصوصية والسرية الخاصة بالمستخدم النهائي.

ومن أهم مخرجات مشروع تحالف الحرية إطار توكيد الهوية (Identity Assurance Framework)، الذي يضمُّ ثلاث خطوات رئيسية لتحديد نوع المصادقة المطلوبة لأي نظام يعمل عبر شبكة الإنترنت، وهذه الخطوات هي:

- تقييم المخاطر (عالٍ، ومتوسط، ومنخفض).
- تحديد مستوى التوكيد المطلوب (عالٍ، ومتوسط، ومنخفض).

- تحديد خيار المصادقة المطلوبة (منفردة أو متعددة، أو المصادقة المبنية على المعرفة، أو المصادقة المُتكيفَة).

ملحق (٣): نموذج جمع معلومات عن الخدمات السحابية

تعريفات أساسية عن الحوسبة السحابية:

الحوسبة السحابية	إمكانية مشاركة البيانات والبرامج وتخزينها والوصول إليها عبر شبكة الإنترنت من أي مكان، باستخدام أي جهاز إلكتروني مُهيَّأ لذلك، وفي أي وقت، وبحجم تخزين وسرعة وصول غير محدودين، وتمثل بديلاً حديثاً للطرق التقليدية المحدودة في الحجم والسرعة والوصول.
الخدمة السحابية	خدمة تقنية معلومات واتصالات مُقدَّمَة من مزود خدمة خارجي، ويستخدمها المستفيد بناءً على الطلب، ويدفع مقابلاً ماديًّا دوريًّا حسب مقدار استخدامه. على سبيل المثال لا الحصر: - خدمات التخزين مثل Amazon S3. - خدمة قواعد البيانات العلاقية Amazon RDS. - خدمات البريد الإلكتروني Gmail (مجانية). - إدارة الهوية والوصول AWS IAM.

- **معلومات أساسية عن الجهة:**

	اسم الجهة	....
١	**تاريخ البدء الفعلي لاستخدام أول خدمة سحابية**	...... /...... /..........
٢	**هل استخدام الخدمات السحابية يأتي ضمن خطة الجهة لتقنية المعلومات؟**	☐ نعم ☐ لا
٣	**عدد خدمات الحوسبة السحابية في الجهة المرتبطة بها في الوقت الراهن.**	....
٤	**عدد خدمات الحوسبة السحابية المفعَّلة في الجهة.**	....
٥	**هل لدى الجهة التوجُّه للتوسُّع في استخدام خدمات الحوسبة السحابية؟**	☐ نعم ☐ لا

- **معلومات عن الخدمات السحابية المستخدمة في الجهة:**

م	اسم الخدمة السحابية	وصف الخدمة السحابية	اسم مزود/ المستفيد من الخدمة	تاريخ البدء الفعلي لاستخدام الخدمة السحابية	هل الخدمة السحابية متكاملة مع خدمات إلكترونية أخرى؟ ما هي هذه الخدمات؟
١	....	....	....	.... /.... ....../	....
٢	....	....	....	.... /.... ....../	....
٣	....	....	....	.... /.... ....../	....
٤	....	....	....	.... /.... ....../	....
٥	....	....	....	.... /.... ....../	....
٦	....	....	....	.... /.... ....../	....
٧	....	....	....	.... /.... ....../	....

المراجع

أولاً - المراجع العربية – مقالات علمية:

- حسين، ليث سعد الله، والصميدعي، عبد الله عبد الحق خميس. (٢٠١٢). "تطبيقات الحوسبة السحابية العامة في المنظمات، أنموذج مقترح للمنظمات التعليمية العراقية". مجلة تنمية الرافدين. المجلد ٣٤، العدد ١١٠، صفحات ١٤١-١٥٦. جامعة الموصل، العراق.
- سيد، رحاب فايز أحمد. (٢٠١٣). "نظم الحوسبة السحابية مفتوحة المصدر: دراسة تحليلية مقارنة". المجلة العراقية لتكنولوجيا المعلومات. المجلد ٥، العدد ٢، صفحات ١٧-٤١. بغداد، العراق.
- كلو، صباح محمد. (٢٠١٥). "الحوسبة السحابية: مفهومها وتطبيقاتها في مجال المكتبات ومراكز المعلومات". مؤتمر QScience Proceedings 2014, The SLA-AGC 21st Annual Conference 2015:8, أبوظبي، الإمارات العربية المتحدة.

ثانياً - المراجع الأجنبية – الكتب:

- Anmol Goyal. (2017). "Cloud Computing: A step-by-step approach while learning Cloud Computing concepts: SaaS, PaaS, IaaS, Virtualization, Business Models, Mobile, Security and More". Independently published.
- Arshdeep Bahga, and Vijay Madisetti. (2014). "Cloud Computing: A Hands-On Approach". Vijay Madisetti.
- Barrie Sosinsky. (2011). "Cloud Computing Bible ". Wiley Publishing Inc.
- Bernard Golden. (2011). "Virtualization For Dummies, 3rd HP Special Edition". Wiley Publishing Inc.

- Cary Landis, and Dan Blacharski. (2013). "Cloud Computing Made Easy: An Easy to Understand Reference About Cloud Computing". CreateSpace Independent Publishing Platform.
- Foster, Ian, and Carl Kesselman. (1999). "The Grid: Blueprint for a New Computing Infrastructure". Morgan Kaufmann Publishers.
- Garfinkel, Simson. (1999). "Architects of the Information Society, Thirty-Five Years of the Laboratory for Computer Science at MIT". Cambridge: MIT Press.
- Igor Faynberg, Hui-Lan Lu, and Dor Skuler. (2016). "Cloud Computing: Business Trends and Technologies". Wiley Publishing Inc.
- Ikram Hawramani. (2017). "Cloud Computing for Complete Beginners". Independently published.
- John R. Vacca. (2016). "Cloud Computing Security: Foundations and Challenges". CRC Press.
- John Rhoton. (2013). "Cloud Computing Explained". Recursive Press.
- Kai Hwang. (2017). "Cloud Computing for Machine Learning and Cognitive Applications". The MIT Press.
- Michael J. Kavis. (2014). " Architecting the Cloud: Design Decisions for Cloud Computing Service Models (SaaS, PaaS, and IaaS)". Wiley Publishing Inc.
- Nayan B. Ruparelia. (2016). "Cloud Computing (The MIT Press Essential Knowledge series)". The MIT Press.
- R. Chopra. (2017). "Cloud Computing: An Introduction". Mercury Learning & Information.

- Ray J Rafaels. (2015). "Cloud Computing: From Beginning to End". CreateSpace Independent Publishing Platform.
- Sandeep Bhowmik. (2017). "Cloud Computing". Cambridge University Press.
- Shao Ying Zhu, Richard Hill, and Marcello Trovati. (2015). "Guide to Security Assurance for Cloud Computing (Computer Communications and Networks)". Springer.
- Stefan Rab, and Daniel Slamanig. (2013). "Cryptography for Security and Privacy in Cloud Computing (Information Security and Privacy)". Artech House.
- Thomas Erl, Robert Cope, and Amin Naserpour. (2015). "Cloud Computing Design Patterns". Prentice Hall.
- Thomas Erl, Zaigham Mahmood, and Ricardo Puttini. (2013). "Cloud Computing: Concepts, Technology & Architecture". Prenice Hall.

ثالثاً - المراجع الأجنبية – مقالات علمية:

- Abdulaziz Aljabre. (2012). Cloud Computing for Increased Business Value. International Journal of Business and Social Science. Vol. 3, Issue 1, pp. 234-239.
- Abolfazli, S., Sanaei, Z., Ahmed, E., Gani, A., Buyya, R. (2013). Cloud-Based Augmentation for Mobile Devices: Motivation, Taxonomies, and Open Challenges. IEEE Communications Surveys & Tutorials. Vol. 16, Issue 1, pp. 337-368.

- Abolfazli, S., Sanaei, Z., Ahmed, E., Gani, A., Xia, F., Laurence, T. (2014). Rich Mobile Applications: Genesis, taxonomy, and open issues. Journal of Network and Computer Applications. Vol. 40, Issue of April 2014, pp. 345-362.
- Alhayyan, K., Ahmad, I. (2017). Discovering and Analyzing Important Real-Time Trends in Noisy Twitter Streams. Journal of Systemics, Cybernetics and Informatics. Vol. 15, Issue 2, pp. 25-31.
- Alhayyan, K. (2012). Cloud Computing: Better Ways to Control its Services. The 3rd International Multi-Conference on Complexity, Informatics and Cybernetics: IMCIC 2012, Proceedings Vol. 1, Issue of March 2012, pp. 145-148.
- Alhayyan. K., Nuseibeh, H. (2014). Trends in the study of Cloud Computing: Observations and Research Gaps. The 5th International Conference on Society and Information Technologies: ICSIT 2014, Proceedings Vol. 1, Issue of March 2014, pp. 38-43.
- Amir M Sharif. (2010). It's written in the cloud: the hype and promise of cloud computing. Journal of Enterprise Information Management. Vol. 23, Issue 2, pp. 131-134.
- Andi Mann. (2006). Virtualization 101: Technologies, benefits, and challenges. Enterprise Management Associates. White Paper, Boulder, CO.
- Armbrust, M., A. Fox , R. Griffith, A. Joseph , R. Katz ,A. Konwinski, G. Lee, D. Patterson, A. Rabkin, I. Stoica, M. Zaharia (2009). Above the Clouds: A Berkeley View of Cloud Computing. University of California at Berkeley UCB/EECS-2009-28, February. 28.

- Arora. S., Beri, R. (2017). Adoption and Use of Cloud by Small and Medium Businesses (SMBS). Advances in Computational Sciences and Technology. Vol. 10, Issue 4 (2017), pp. 529-536.

- Arshad, J. Townend, P., Xu, J. (2013). A novel Intrusion Severity Analysis Approach for Clouds. Future Generation Computer Systems. Vol. 29, Issue 1, pp. 416-428.

- Bahga, A., Madisetti, V. (2012). Analyzing Massive Machine Maintenance Data in a Computing Cloud. IEEE Transactions on Parallel & Distributed Systems. Vol. 23, Issue 10, pp. 1831–1843.

- Atefeh, F., and W. Khreich, (2013). A Survey of Techniques for Event Detection in Twitter. In Journal Computational Intelligence, Vol. 31, Issue 1, pp. 132-164.

- - Azzouza, N., K. Akli-Astouati, A. Oussalah, and S. Ait Bachir. (2017). A Real-time Twitter Sentiment Analysis using an unsupervised method. In Proceedings of WIMS ’17, Amantea, Italy, June 19-22, 2017. ACM, New York, NY, USA, Article 15, 10 pages.

- B. Loganayagi, S. Sujatha. (2010). Creating virtual platform for cloud computing. IEEE International Conference on Computational Intelligence and omputing Research (ICCIC 2010), 28-29 Dec. 2010, pp. 1-4.

- Babaioff, M., Mansou, Y., Nisan, N., Noti, G., Curino, C., Ganapathy, N., Menache, I., Reingold, O., Tennenholtz, M., Timnat, E., (2017). ERA: A Framework for Economic Resource Allocation for the Cloud. International World Wide Web Conference Committee (IW3C2),

published under Creative Commons CC BY 4.0 License. WWW'17 Companion, pp. 635-642.

- Banerjee, C., Kundu, A., Dattagupta, R. (2012). Customized 3-tier Service Suite Conceptualization in Cloud Computing. Procedia Technology. Vol. 4, Issue of 2012, pp. 561 – 565.
- Barnes, F. (2010). Putting a lock on Cloud-Based Information. Information Management Journal, Vol. 44, Issue 4, pp. 26-30. ARMA International
- Ben Arfa Rabai, L., Jouini, M., Ben Aissa, A., Mili, A. (2012). A Cyber Security model in Cloud Computing Environments. Journal of King Saud University – Computer and Information Sciences. Vol. 25, Issue 1, pp. 63-75
- Berman, S. J., Kesterson-Townes, L., Marshall, A., & Srivathsa, R. (2012). How cloud computing enables process and business model innovation. Strategy & Leadership, Vol. 40, Issue 4, pp. 27-35.
- Blumenthal, M. (2011). Is Security Lost in the Clouds? Communications and Strategies.Vol. 81, Issue of 2011, pp. 69-86.
- Bollen, J., Mao, H., (2010). Twitter mood as a stock market predictor. IEEE Computer. Vol. 44, Issue 10, pp. 91–94.
- Buyya, R., C.S. Yeo, S. Venugopal, J. Broberg, and I. Brandic. (2009). Cloud computing and emerging IT platforms: Vision, hype, and reality for delivering computing as the 5th utility. Future Generation Computer Systems. Vol. 25, Issue 6, pp. 599-616.

- Chen, J., Nairan, R., Nelson, L., Bernstein, M., Chi, E., (2010). Short and tweet: experiments on recommending content from information streams. In CHI '10 Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems. Pages 1185-1194.
- Chinyao Low, Yahsueh Chen, Mingchang Wu. (2011). Understanding the determinants of cloud computing adoption. Industrial Management and Data Systems. Vol. 111, Issue 7, pp. 1006 – 1023.
- Chohan, N., A. Gupta, C. Bunch, K. Prakasam. (2012). Hybrid Cloud Support for Large Scale Analytics and Web Processing. In Proceedings of the 3rd USENIX Conference on Web Application Development (WebApps 2012), Boston, USA.
- Chung, H., Park, J., Lee, S., Kang, C. (2012). Digital forensic investigation of cloud storage services. Digital Investigation. Vol. 9, Issue 2, pp. 81-95.
- Da Costa, P., Da Cruz, A. (2012). Microsoft Windows Azure Analysis and Comparison. Procedia Technology. Vol. 5, Issue of 2012, pp. 93-102.
- Di Pietro, R., Lombardi, F., Signorini, M. (2012). CloRExPa: Cloud Resilience via Execution Path Analysis. Future Generation Computer Systems. Vol. 32, Issue of 2014, pp. 168-179.
- Ditto, W., Miliotis, A., Murali, K., and Sinha, S. (2010). The Chaos Computing Paradigm. Reviews of Nonlinear Dynamics and Complexity. Vol. 3, Issue of (2010), pp. 1-35.

- Dorey, P., Leite, A. (2011). Information Security Technical Report Commentary: Cloud Computing A Security Problem or Solution? Vol. 16, Issue 3 in (2011), pp. 89-96.
- Du, L. (2012). Pricing Resource Allocation in a Cloud Computing Market. 12th IEEE/ACM Internation Symposium on Cluster, Cloud and Grid Computing (CCGrid), pp. 817-822.
- Durowoju, O., Chan, H., and Wang, X.. (2011). The impact of security and scalability of cloud service on supply chain performance. Journal of Electronic Commerce Research, Vol. 12, Issue 4, pp. 243-256.
- Dwivedi, Y. K., and Mustafee, N. (2010). It's unwritten in the Cloud: the technology enablers for realizing the promise of Cloud Computing. Journal of Enterprise Information Management, Vol. 23, Issue 6, pp. 673-679.
- Dyba, T. (2007). Applying systematic reviews to diverse study types: An experience report. First International Symposium on Empirical Software Engineering and Measurement (ESEM 2007), Madrid. pp. 225-234.
- Elisabetta, N., Pooyan, J., Guerriero, G., Ilias, S., Tamburri, D. (2016). A Software Architecture Framework for Quality-Aware DevOps. QUDOS'16, Saarbrücken, Germany, ACM. pp. 12-17.
- Etro, F. (2011). The Economics of Cloud Computing. Computing. The IUP Journal of Managerial Economics. Vol. IX, Issue 2, pp. 7-22.
- Ezer Yeboah-Boateng, Kofi Essandoh. (2014). Factors Influencing the Adoption of Cloud Computing by Small and Medium Enterprises in

Developing Economies. International Journal of Emerging Science and Engineering (IJESE). Vol. 2, Issue 4, pp. 13-20.

- Fangming L., Peng S., Hai, J., Linjie, D., Jie Y., Di, N., Bo L. (2013). Gearing Resource-Poor Mobile Devices with Powerful Clouds: Architecture, Challenges and Applications. IEEE Wireless Communications Magazine, Special Issue on Mobile Cloud Computing. Vol. 20, Issue 3, pp. 14-22.
- Farzindar, A. (2012). Industrial perspectives on social networks. In EACL 2012 - Workshop on Semantic Analysis in Social Media. Conference Paper, April 2012.
- Ficco F., Palmieri, F. (2015). Introducing Fraudulent Energy Consumption in Cloud Infrastructures: A New Generation of Denial-of-Service Attacks. IEEE Systems Journal, Vol. 11, Issue 2, pp. 460-470.
- Fire, M., Goldschmidt, M., Elovici, Y, (2014). Online Social Networks: Threats and Solutions. IEEE Communications Surveys & Tutorials. Vol. 16, Issue 4, pp. 2019-2036.
- Ghosh, R., Longo, F., Naik, V., Trivedi, K. (2012). Modeling and Performance Analysis of Large Scale IaaS Clouds. Future Generation Computer Systems. Vol. 29, Issue 5, pp. 1216-1234.
- Gorelik, E. (2013). Cloud Computing Models. Composite Information Systems Laboratory (CISL), Sloan School of Management, Room E62-422, Massachusetts Institute of Technology (MIT), pp. 1-82.
- Greg, G. (2011). Public Sector Clouds Beginning to Blossom, efficiency, New Culture, Trumping Security Fears. IEEE Computer Society. Vol. 15, Issue 6, pp. 7-9.

- Hamilton, J. (2009). Internet-scale service infrastructure efficiency. In Proceedings of the 36th annual international symposium on Computer architecture (ISCA '09). ACM,, NY, USA, Vol. 37, Issue 3, pp. 232-232.
- Han, Y. (2010). On the Clouds: A New Way of Computing. Information Technology and Libraries, Vol. 29, Issue 2, pp. 87-92.
- Hawthorn, N. (2012). Finding Security in the Cloud. EMEA marketing VP, Blue Coat Systems. Computer Fraud & Security. Vol. 2009, Issue 10, pp. 19-20.
- Heinle C., Strebel J. (2010). IaaS Adoption Determinants in Enterprises. In: Altmann J., Rana O.F. (eds) Economics of Grids, Clouds, Systems, and Services. GECON 2010. Lecture Notes in Computer Science. Vol. 6296, pp 93-104. Springer, Berlin, Heidelberg.
- Hevner, A.R., S.T. March, J Park, and S. Ram (2004), Design science in information systems research. MIS Quarterly. Vol. 28, Issue 1, pp. 75-105.
- Hogan, M., Liu, F, Sokol, A., and Jin, T. (2011). NIST Cloud Computing Standards Roadmap, Special Publication 500-291. National Institute of Standards and Technology (NIST). Technical Report. NIST, Gaithersburg, MD, United States.
- Huang, J., and MA, D. (2013). The pricing model of Cloud Computing Services. Research Collection School Of Information Systems. Singapore Management University, Singapore. pp. 263-269.
- Jabbari R., Ali, N., Petersen, K., Tanveer B. (2016). What is DevOps?: A Systematic Mapping Study on Definitions and Practices. XP '16

Workshops Proceedings of the Scientific Workshop Proceedings of XP2016 Article No. 12, ACM, NY, USA, , Article 12 , 11 pages.

- Jakimoski, K. (2016). Security Techniques for Data Protection in Cloud Computing. International Journal of Grid and Distributed Computing, Vol. 9, Issue 1 (2016), pp. 49-56.
- K. Scarfone, M. Souppaya, and P. Hoffman. (2011). Guide to Security for Full Virtualization Technologies, Special Publication 800-125. National Institute of Standards and Technology (NIST). Technical Report. NIST, Gaithersburg, MD, United States.
- Kansal, S., Singh, G., Kumar, H., Kaushal, S. (2014). Pricing Models in Cloud Computing. In Proceedings of the 2014 International Conference on Information and Communication Technology for Competitive Strategies (ICTCS '14). ACM, NY, USA, Article 33, 5 pages.
- Kash, I., Key, P., Suksompong, W. (2017). Simple Pricing Schemes for the Cloud. In Proceedings of the 12th workshop on the Economics of Networks, Systems and Computation (NetEcon '17). ACM, NY, USA, Article 4, 24 pages.
- Katzan, H. (2010). On The Privacy Of Cloud Computing. International Journal of Management and Information Systems. Vol. 14, Issue 2, pp. 1-12.
- Khajeh-Hosseini, A., Greenwood, D., and Sommerville, I. (2010). Cloud Migration: A Case Study of Migrating an Enterprise IT System to IaaS. 2010 IEEE 3rd International Conference on Cloud Computing, Miami, FL, 2010, pp. 450-457.

- Khajeh-Hosseini, A., Sommerville, I., and Sriram, I. (2010). Research Challenges for Enterprise Cloud Computing. Clinical Orthopaedics and Related Research Journal. Vol. abs/1001.3257, Issue of 2010, 11 pages.

- Khan, A., Othman, M., Khan, S, (2014). A Survey of Mobile Cloud Computing Application Models. IEEE Communications Surveys Tutorials. Vol. 16, Issue 1, pp. 393–413.

- King, N., Raja, V. (2012). Protecting the Privacy and Security of Sensitive Customer Data in the Cloud. Computer Law & Security Review Vol. 28, Issue of 2012, pp. 308-319.

- Kitchenham, B., and S. Charters. (2007). Guidelines for performing systematic literature reviews in software engineering. Engineering. Vol. 2, Issue EBSE 2007-001, p. 65.

- Klems M., Nimis J., Tai S. (2009) Do Clouds Compute? A Framework for Estimating the Value of Cloud Computing. In: Weinhardt C., Luckner S., Stößer J. (eds) Designing E-Business Systems. Markets, Services, and Networks. WEB 2008. Lecture Notes in Business Information Processing. Vol 22. Springer, Berlin, Heidelberg

- Kotter, J. (1996). Leading Change. Harvard Business School Press.

- Kumar R., Sahoo G., Yadav V., Malik P. (2017). Minimizing the Energy Consumption of Cloud Computing Data Centers Using Queueing Theory. In: Sahana S., Saha S. (eds) Advances in Computational Intelligence. Advances in Intelligent Systems and Computing. Vol 509. Springer, Singapore.

- Lang, U. Schreiner, R. (2011). Analysis of Recommended Cloud Security Controls to validate OpenPMF “policy as a service”. Information Security Technical Report. Vol. 16, Issue of 2011, pp. 131-141.
- Le, L., E. Ferrara, and and A. Flammini. (2015). On Predictability of Rare Events Leveraging Social Media: A Machine Learning Perspective. In Proceedings of the 2015 ACM on Conference on Online Social Networks, pp. 3-13.
- Leavitt, N. (2009). Is cloud computing really ready for prime time?. In Computer. Vol. 42, Issue 1, pp. 15–20.
- Li, J., Jia, Y., Liu, L., WO, T. (2013). CyberLiveApp: A secure sharing and migration approach for live virtual desktop applications in Cloud Computing. Future Generation Computer Systems. Vol. 29. Issue of 2013. pp. 330–340.
- Lichtenstein, S., and Nguyen, L, Hunter, A. (2005). Issues in it service-oriented requirements engineering. AJIS. Vol. 13, Issue 1, pp 176–191.
- Limbasan, A., and Rusu, L. (2011). Implementing SaaS Solution for CRM. Informatica Economica, Vol. 15, Issue 2, pp. 175-183.
- Liu, C., Zhang, X., Yang, C., Chen, J. (2011). CCBKE — Session Key Negotiation For Fast and Secure Scheduling of Scientific Applications in cloud computing. Future Generation Computer Systems. Vol. 29, Issue 5, pp. 1300-1308.
- Lombardi, F., RobertoDiPietro. (2011). Secure virtualization for cloud computing. Journal of Network and Computer Applications. Vol. 34, Issue of 2011, pp. 1113–1122.

- Low, C., Chen, Y., & Wu, M. (2011). Understanding the determinants of cloud computing adoption. Industrial management & data systems. Vol. 111, Issue 7, pp. 1006-1023.
- Lucas, H.C., Jr, and J.M. Goh. (2009). Disruptive technology: How Kodak missed the digital photography revolution. The Journal of Strategic Information Systems. Vol. 18, Issue 1, pp. 46-55.
- Marston, S., Li, Z., Bandyopadhyay, S., Zhang, J., and Ghalsasi, A. (2011). Cloud computing — The business perspective. Decision Support Systems. Vol. 51, Issue 1, pp. 176-189.
- Maynard, D., I. Roberts, M. Greenwood, D. Rout, and K. Bontcheva, (2017). A Framework for Real-time Semantic Social Media Analysis. Web Semantics: Science, Services and Agents on the World Wide Web. Vol. 44, Issue of May 2017, pp. 75-88.
- Mei, L., Chan, W. K., and Tse, T. H. (2008). A Tale of Clouds: Paradigm Comparisons and Some Thoughts on Research Issues. IEEE Asia-Pacific Services Computing Conference, Yilan, pp. 464-469.
- Misra, S. (2011). Arka Mondal, Identification of a Company's Suitability for adoption of cloud computing and modeling its corresponding return on investment. Mathematical and Computer Modelling Vol. 55, Issue of 2011, pp. 504-521.
- Mittal, A., Goel, A. (2012). Stock Prediction Using Twitter Sentiment Analysis. Working Paper Stanford University CS 229.

- Morar, G., Muntean, C., and Silaghi, G. (2011). Implementing and Running a Workflow Application on Cloud Resources. Informatica Economica. Vol. 15, Issue 3, pp. 15-27.

- Murthy, M., Sanjay H A, Ashwini J P. (2012). Pricing Models and Pricing Schemes of IaaS Providers: A Comparison Study. International Conference on Advances in Computing, Communications and Informatics (ICACCI) ACM, New York, NY, USA, pp. 143-147.

- Mustafee, N. (2010). Exploiting grid computing, desktop grids and cloud computing for e-science: Future directions. Transforming Government People Process and Policy. Vol. 4, Issue 4, pp. 288-298.

- Muttik, I., Barton, C. (2009). Cloud Security Technologies. Information Security Technical Report. Vol. 14, Issue 1, pp. 1-6.

- Ogunyemi, A., Johnston, K. (2017). Is Server Virtualization Implementation in Business and Public Organizations a Worthwhile Investment? International Journal of Information Technology & Decision Making.Vol. 16, Issue 3, pp. 711-736.

- Palaios, M., Garcia-Fanjul, J., Tuya, J. (2011). Testing in Service Oriented Architectures with Dynamic Binding: A mapping study. Information and Software Technology. Vol. 52, Issue of 2011, pp. 171-189.

- Pandya, S. (2014). Green Cloud Computing. International Journal of Information and Computation Technology. Vol. 4, Issue 4, pp. 431-436.

- Park, S., Ryoo, S. (2012). An Empirical Investigation of end users switching towards cloud computing: A two factor theory perspective. Computers in Human Behavior. Vol. 29, Issue 1, pp. 160-170.
- Hoberg, P., Wollersheim, J., and Krcmar, H. (2012). The Business Perspective on Cloud Computing - A Literature Review of Research on Cloud Computing. AMCIS 2012 Proceedings. Paper number 5.
- Peng, C., Jiang, Z. (2011). Building a Cloud Storage Service System. 2011 3rd International Conference on Environmental Science and Information Application Technology. ESIAT 2011. Vol. 10. Issue of 2011, pp. 691 – 696.
- Prashant Gupta, A. Seetharaman, John Rudolph Raj. (2013). The usage and adoption of cloud computing by small and medium businesses. International Journal of Information Management. Vol. 33, Issue 5, pp. 861-874.
- Quanzeng You. (2016). Sentiment and Emotion Analysis for Social Multimedia: Methodologies and Applications. In Proceedings MM '16 Proceedings of the 2016 ACM on Multimedia Conference, pp. 1445-1449.
- Rahman, M. and Bisong, A., Syed. (2011). An Overview of the Security Concerns in Enterprise Cloud Computing. Network Security. Vol. 3, Issue 3, pp. 30-46.
- Vaezi, R. (2012). Cloud Computing: A Qualitative Study and Conceptual Model. AMCIS 2012 Proceedings. Paper number 3.

- Rodero-Merino, L. (2012). Building Safe PaaS Clouds: A survey on security in multitenant software platforms. Computers & Security. Vol. 31, Issue of 2012, pp. 96-108.
- Rose, C. (2011). A Break In The Cloud? The Reality Of Cloud Computing. International Journal of Management and Information Systems. Vol. 15, Issue 4, pp. 59-63.
- Russell, S., Yoon, V., and Forgionne, G. (2010). Cloud-based decision support systems and availability context: the probability of successful decision outcomes. Information Systems and eBusiness Management. Vol. 8, Issue 3, pp. 189-205.
- Sahu, D., Sharma, S., Dubey, V., Tripathi, A., (2012). Cloud Computing in Mobile Applications. International Journal of Scientific and Research Publications. Vol. 2, Issue 8, pp. 1-9.
- Scott, W., (2010). Cloud Security: Is It Really an issue for SMBs? Computer Fraud & Security. Vol. 10, Issue of 2010, pp. 14-15.
- Shen, G. (2010). Cloud Computing—The Catalyst for Self-Service BI-Cloud. Information Management. Vol. 21, Issue 5, pp. 20-22.
- Shini, S., Thoma, T., Chithraranjan. K. (2012). Cloud Based Medical Image Exchange-Security Challenges. Procedia Engineering Vol. 38, Issue of 2012, pp. 3454 – 3461.
- Subashini, S., Kavitha, V. (2011). A Survey on Security Issues in Service Delivery Models of Cloud Computing. Journal of Network and Computer Applications. Vol. 34, Issue of 2011, pp. 1–11.

- Sultan, N., Bunt-Kokhuis, S. (2012). Organisational culture and cloud computing: coping with a disruptive innovation. Technology Analysis & Strategic Management. Vol. 24, Issue. 2, pp. 167–179.
- Sun, X., Liu, A., Chao, H., Bertino, E. (2016). Cloud Computing and Security. Second International Conference, ICCCS 2016, Nanjing, China, July 29-31, 2016, Revised Selected Papers, Part I, Springer. Edition1.
- Suo, S. (2013). Cloud implementation in organizations: Critical success factors, challenges, and impacts on the IT function (Doctoral dissertation). The Pennsylvania State University).
- Teneyuca, D. (2011). Internet Cloud Security: The illusion of inclusion. University of Texas at San Antonio, USA, Information Security Technical Report. Vol. 16, Issue of 2011, pp. 102-107.
- Todoran, I., Glinz, M., (2012). Towards bridging the communication gap between consumers and providers in the cloud. Proceeding WICSA/ECSA '12 Proceedings of the WICSA/ECSA 2012 Companion Volume, pp. 78-79.
- Trienekens, J., Bouman J., and Zwan M. (2004). Specification of service level agreements: Problems, principles and practices. Software Quality Journal. Vol. 12, Issue of 2004, pp. 43–57.
- Truong, D. (2010). How Cloud Computing Enhances Competitive Advantages: A Research Model for Small Businesses. The Business Review, Cambridge. Vol. 15, Issue 1, pp. 59-65.

- Truong, H., and Dustdar, S. (2011). Cloud computing for small research groups in computational science and engineering: current status and outlook. Computing, Vol. 91, issue 1, pp. 75-91.

- Vaccaro, V., and Cohn, D. (2004). The Evolution of Business Models and Marketing Strategies in the Music Industry. The International Journal on Media Management. Vol 6, Issue of 2004, pp. 46-58.

- Vaezi, R. (2012). Cloud Computing: A qualitative study and conceptual model. AMCIS2012 Proceedings. Paper number 3.

- Vaquero, L., Rodero-Merino, L., Caceres, J., and Lindner, M. (2008). A break in the clouds: towards a cloud definition. ACM SIGCOMM Computer Communication Review. Vol. 39, Issue 1, pp. 50-55.

- Vasiljeva, T., Shaikhulina, S., and Kreslins, K. (2017). Cloud Computing: Business Perspectives, Benefits and Challenges for Small and Medium Enterprises (Case of Latvia). Procedia Engineering. Vol. 178, Issue of 2017, pp. 443-451.

- Villegas, D., Bobroff, N., Rodero, I., Delgado, J., Liu, Y., Devarakonda, A., Fong, L., Sadjadi, S., Parashar, M. (2012). Cloud federation in a layered service model. Journal of Computer and System Sciences. Vol. 78, issue of 2012, pp. 1330–1344.

- Vouk, M. A. (2008). Cloud computing — Issues, research and implementations. ITI 2008 30th International Conference on Information Technology Interfaces. Vol 16, Issue 4, pp. 31-40.

- Wang, H. (2010). Privacy-Preserving Data Sharing in Cloud Computing. Journal of Computer Science and Technology. Vol. 25, issue 3, pp. 401-414.

- Wang, W., Rashid, A., and Chuang, H. (2011). Toward The Trend Of Cloud Computing. Journal of Electronic Commerce Research. Vol. 12, issue, pp. 238-242.

- Wyld, David. (2010). The Cloudy Future of Government IT: Cloud Computing and The Public Sector Around The World. International Journal of Web & Semantic Technology (IJWesT). Vol. 1, Issue 1, pp. 1-20.

- Yang, S., and Hsu, C (2011). The Organizing Vision For Cloud Computing In Taiwan. Journal of Electronic Commerce Research, Vol. 12, issue 4, pp. 257-271.

- Zhang, Q., Cheng, L., and Boutaba, R. (2010). Cloud computing: state-of-the-art and research challenges. Journal of Internet Services and Applications. Vol. 1, Issue 1, pp. 7-18.

- Zhu Y., Hu, H., Ahnc, G., Yau, S. (2012). Efficient audit service outsourcing for data integrity in clouds. The Journal of Systems and Software. Vol. 85, Issue of 2012, pp. 1083– 1095.

رابعاً - المراجع الأجنبية -مقالات علمية على شبكة الإنترنت:

- Amrhein, D. (2009). “Forget Defining Cloud Computing”. (http://ibm.ulitzer.com/node/1018801).

- Ben Dickson. (2017). “How do you bring artificial intelligence from the cloud to the edge?”. (https://thenextweb.com/contributors/2017/08/21/bring-artificial-intelligence-cloud-edge/).
- Bhatia, S. (2014). “5 Surprising Ways Cloud Computing Is Changing Education”. (https://cloudtweaks.com/2014/12/cloud-computing-education-growth)
- Hasson, J. (2008). “Cloud computing is for the birds”. (www. fiercecio .com/ story/cloud-computingbirds/ 2008-10-11).
- IBM. (2002). “IBM Solutions Grid for Business Partners: Helping IBM Business Partners to Grid-enable applications for the next phase of e-business on demand”. (www.ibm.com).
- Jewett, M. (2017). “Your future cloud is hybrid, and so is Azure”. (www.networkworld.com/article/3223945/hybrid-cloud/why-hybrid-cloud-is-the-future-of-enterprise-it.html).
- Johnson, B. (2008). “Cloud computing is a trap, warns GNU founder Richard Stallman”. (www.guardian.co.uk/technology/2008/sep/29/cloud.computing .richard.stallman).
- Kim, G. (2012). “DevOps Culture Part 1”. (http://itrevolution.com/devops-culture-part-1).
- Lefèvre, L., and J. Pierson. (2009). “Energy savings in ICT and ICT for energy savings”. (https://ercim-news.ercim.eu/en79/special/introduction).
- Linthicum, D. (2009). “Should failures cast shadows on cloud computing? Intelligent Enterprise”. (http://intelligent-enterprise.informationweek.com /blog/archives/2009/09/should_failures.html).

- Loukides, M. (2012). "What is DevOps?". (http://radar.oreilly.com/2012/06/what-is-devops.html).

- MacFadden, G. (2014). "Cloud Innovators Create a Body and Soul for Big Data". (http://blog.parityresearch.com).

- Malcolm, D. (2009). "The five defining characteristics of cloud computing". (www.zdnet.com/article/the-five-defining-characteristics-of-cloud-computing).

- Mell, P. and T. Grance. (2011). "The NIST definition of cloud computing". (http://csrc.nist.gov/publication/nistpubs /800-145/SP800-145.pdf).

- Plummer, C., and Kenney, F. (2009). "Three Types of Cloud Brokerages Will Enhance Cloud Services". (www.gartner.com/doc/973412/types-cloud-brokerages-enhance-cloud).

- Samovskiy, D. (2010). "The Rise of DevOps". (www.somic.org/2010/03/02/ the-rise-of-devops).

- Sharma, P. (2009). "What kinda apps are best suited for 'Cloud deployment': 4 Solutions". (www.techpluto.com/cloud-computingcharacteristics).

- Tozzi, C. (2017). "5 Ways DevOps Can Help Improve IT Security". (http://devops.com/5-ways-devops-can-help-improve-security).

- Writer, S. (2013). "A reference model for moving your applications to cloud". (www.ibm.com/blogs/cloud-computing/2013/08/a-reference-model-for-moving-your-applications-to-cloud).

خامساً - التقارير العملية للممارسين:

- Report issued by Canadian Health Information Management Association (CHIMA), (November 2016), "Cloud Computing – Professional Practice Brief", (www.echima.ca).
- Report issued by Cloud Standards Customer Council Cloud Security Standards, (August 2016), "What to Expect & What to Negotiate", (www.cloud-council.org).
- Report issued by ENISA, (January 2011), "Security & Resilience in Governmental Clouds", (www.enisa.europa.eu).
- Report issued by Federal Trade Commission (FTC), (December 2010), "Protecting Consumer Privacy in an Era of Rapid Change: A proposed framework for businesses and policymakers", (www.ftc.gov).
- Report issued by Forrester, (October 2017), "The Cloud Computing Playbook For 2017", (www.forrester.com).
- Report issued by Gartner Inc., (February 2015), "The Top 10 Cloud Myths", (www.gartner.com).
- Report issued by Gartner Inc., (February 2017), "Cloud Adoption Strategies Will Influence More Than 50 Percent of ITO Deals Through 2020", (www.gartner.com).
- Report issued by Gartner Inc., (June 2016), "Hybrid Will Be the Most Common Use of the Cloud", (www.gartner.com).
- Report issued by IDC Analyze the Future, (September 2016), "The Salesforce Economy: Enabling 1.9 Million New Jobs and $389 Billion in New Revenue over the Next Five Years", (www.IDC.com).

- Report issued by InfoSec InstituteInc., (October 2016), "Where Is Your Data Safer? In the Cloud Or On Premise?", (resources.infosecinstitute.com).
- Report issued by JP Morgan, (May 2016), "CIO Survey Foreshadows Changing of the Guard", (www.jpmorgan.com).
- Report issued by Mcafee Inc., (January 2017), "Building Trust in a Cloudy Sky", (www.mcafee.com).
- Report issued by Synergy Research Group, (August 2016), "Amazon Leads; Microsoft, IBM & Google Chase; Others Trail", (www.srgresearch.com).
- Report issued by the 31st International Conference on Data Protection and Privacy Commissioners. (November 2009), "Madrid Resolution on International Privacy Standards", (www.privacyconference2009.org).
- Report issued by the Cloud Services Measurement Initiative Consortium (CSMIC), Carnegie Mellon University Silicon Valley, (July 2014), "Service Measurement Index, Framework Version 2.1", (http://csmic.org/downloads /SMI_Overview_TwoPointOne.pdf).

سادساً - البوابات الإلكترونية للجهات الحكومية والخاصة، المشار إليها في متن الكتاب:

م	اسم الجهة	البوابة الإلكترونية
١	وزارة الاتصالات وتقنية المعلومات السعودية	www.mcit.gov.sa
٢	هيئة الاتصالات وتقنية المعلومات في السعودية	www.citc.gov.sa
٣	برنامج التعاملات الإلكترونية الحكومية (يسّـر)	www.yesser.gov.sa
٤	معهد الإدارة العامة	www.ipa.edu.sa
٥	جامعة الملك عبد العزيز	www.kau.edu.sa
٦	جامعة الإمام محمد بن سعود الإسلامية	imamu.edu.sa
٧	شركة الاتصالات السعودية	www.stc.com
٨	شركة اتحاد اتصالات -موبايلي	www.mobily.com.sa
٩	شركة أوراكل (Oracle)	www.oracle.com
١٠	جمعية إدارة المعلومات الصحية الكندية (CHIMA)	www.echima.ca
١١	شركة ماكافي (Mcafee Inc)	www.mcafee.com
١٢	معهد معلومات الأمن (InfoSec)	www.infosecinstitute.com

م	اسم الجهة	البوابة الإلكترونية
١٣	شركة جي بي مورقان (JP Morgan)	www.jpmorgan.com
١٤	اتحاد مبادرة قياس الخدمات السحابية (CSMIC) بجامعة كارنجي ميلون	http://csmic.org
١٥	مؤسسة آي دي سي للأبحاث (IDC)	www.IDC.com
١٦	مجموعة الأبحاث التضامنية (Synergy Research Group)	www.srgresearch.com
١٧	شركة بوكس للتخزين السحابي (Box)	www.box.com
١٨	شركة إنستقرام (Instagram)	www.instagram.com
١٩	شركة نتفليكس (Netflix)	www.netflix.com
٢٠	المديرية الوطنية للأرصاد والمحيطات (NOAA)	www.noaa.gov
٢١	شركة ساب (SAP)	www.sap.com
٢٢	شركة براند ووتش (Brandwatch)	www.brandwatch.com

م	اسم الجهة	البوابة الإلكترونية
٢٣	شركة ورلدبرس (WordPress)	www.wordpress.com
٢٤	شركة سي آر إن (CRN)	www.crn.com
٢٥	شركة قارتنر الاستشارية (Gartner Inc.)	www.gartner.com
٢٦	وكالة التجارة الفيدرالية (FTC)	www.ftc.gov
٢٧	شركة أثينا هيلث (AthenaHealth)	www.athenahealth.com
٢٨	مؤسسة فورستر (Forrester)	www.forrester.com
٢٩	مجلس العملاء لمعايير السحابة (Cloud Standards Customer Council Cloud)	www.cloud-council.org
٣٠	اتفاقية مدريد لحماية البيانات الشخصية والخصوصية (Madrid Resolution on International Privacy Standards)	www.privacyconference2009.org
٣١	وكالة الشبكة الأوروبية وأمن المعلومات (ENISA)	www.enisa.europa.eu

قاموس الاختصارات والمصطلحات

م	الاختصار	المعنى باللغة الإنجليزية	المعنى باللغة العربية
١	.NET Framework	A programming infrastructure created by Microsoft for building, deploying, and running applications and Web services.	إطار برمجي من شركة مايكروسوفت يتم استخدامه لتطوير، وإطلاق، وتشغيل التطبيقات وخدمات الويب.
٢	5G	Fifth generation wireless systems	الجيل الخامس من شبكات الاتصال المتنقل.
٣	AAC	Audit Assurance and Compliance	ضمان المراجعة والالتزام.
٤	ABAC	Attribute-Based Access Control	ضبط النفاذ بناءً على خصائص المورد أو بيئة العمل.
٥	ABI/INFORM	A comprehensive business database containing thousands of journals	قاعدة بيانات شاملة للأعمال تحتوي على آلاف المجلات العلمية.
٦	ACM	Association for Computing Machinery	جمعية الحاسبات
٧	ActiveSync	Active Synchronization	بروتوكول التزامن النشط المُصمَّم لمزامنة تطبيقات التواصل (كالبريد الإلكتروني) بين خادم الرسائل والأجهزة المتنقلة.

م	الاختصار	المعنى باللغة الإنجليزية	المعنى باللغة العربية
٨	ADFS	Active Directory Federation Services	خدمات اتحاد الدليل النشط.
٩	ADSL	Asymmetric Digital Subscriber Line	خط المشترك الرقمي غير المتماثل.
١٠	AFNOR	Association Française de Normalisation	جمعية المعايير الفرنسية.
١١	AI	Artificial Intelligence	الذكاء الاصطناعي
١٢	AIS	Application & Interface Security	أمن التطبيقات والواجهات.
١٣	Amazon CloudFront	A content delivery network service used to improve access speed for distributing the content.	خدمة سحابية تهدف إلى تسريع توزيع المحتوى على الإنترنت.
١٤	Amazon CloudWatch	A monitoring service for AWS cloud resources and the applications that run on AWS.	خدمة سحابية لمراقبة ومتابعة الموارد السحابية والتطبيقات التي تعمل على AWS.
١٥	Amazon DevPay	Simple-to-use online billing and account management service that makes it easy for businesses to sell applications and web services.	خدمة سحابية سهلة الاستخدام لإدارة حساب المستفيد مع أمازون؛ مما يحفِّز أصحاب الأعمال على بيع تطبيقاتهم وخدمات الويب خاصتهم.

م	الاختصار	المعنى باللغة الإنجليزية	المعنى باللغة العربية
١٦	Amazon DynamoDB	A fully managed NoSQL database service from Amazon	قواعد بيانات غير علاقية من أمازون.
١٧	Amazon EBS	Amazon Elastic Block Store	مخزن الكتلة المرن من أمازون.
١٨	Amazon EC2	Amazon Elastic Compute Cloud	خدمة الحوسبة السحابية المرنة.
١٩	Amazon EMR	Amazon Elastic MapReduce	خدمة سحابية تجعل معالجة البيانات الضخمة أكثر سهولة وكفاءة باستخدام منتج Hadoop بالاشتراك مع منتجات أخرى.
٢٠	Amazon FPS	Amazon Flexible Payments Service	خدمة الدفع المرنة من أمازون.
٢١	Amazon MTurk	Amazon Mechanical Turk	خدمة سحابية من أمازون تمكِّن الأفراد من تبادل المنافع وأداء المهام التي لا يستطيع الحاسب الآلي أداءها.
٢٢	Amazon RDS	Amazon Relational Database Service	خدمة قواعد البيانات العلاقية من أمازون.
٢٣	Amazon S3	Amazon Simple Storage Service	خدمة التخزين البسيطة من أمازون.

م	الاختصار	المعنى باللغة الإنجليزية	المعنى باللغة العربية
٢٤	Amazon SES	Amazon Simple Email Service	خدمة البريد الإلكتروني البسيطة من أمازون.
٢٥	Amazon SNS	Amazon Simple Notification Service	خدمة الإشعار البسيطة من أمازون.
٢٦	Amazon SQS	Amazon Simple Queue Service	خدمة الاصطفاف البسيطة من أمازون.
٢٧	Amazon VPC	Amazon Virtual Private Cloud	السحابة الخاصة الافتراضية من أمازون.
٢٨	AMD	Advanced Micro Devices	شركة تصنيع الأجهزة الدقيقة المتقدمة.
٢٩	AMD-v	Virtualization Technology by AMD company	التقنية الافتراضية من شركة أي إم دي.
٣٠	ANSI	American National Standards Institute	معهد المعايير الوطني الأمريكي.
٣١	Apache Struts	An open-source web application framework for developing Java EE web applications.	إطار عام لتطبيقات الويب يتم استخدامه لتطوير تطبيقات الويب باستخدام الجافا إي إي.
٣٢	Apex	A programming language used for building software as a service (SaaS) applications on top of Salesforce.com's platform.	لغة برمجة يتم استخدامها لبناء تطبيقات البرمجيات كخدمة على منصة سيلس فورس السحابية.

م	الاختصار	المعنى باللغة الإنجليزية	المعنى باللغة العربية
٣٣	API	Application Program Interface	واجهة التطبيقات البرمجية.
٣٤	ArchiMate	A modelling technique for describing enterprise architectures.	تقنية نمذجة لوصف وتطوير هيكلة المنظمة.
٣٥	ASHRAE	American Society of Heating, Refrigeration, and Air Conditioning Engineers	الجمعية الأمريكية لمهندسي التدفئة والتبريد والتكييف.
٣٦	AutoVirt	A cloud tool for assessing, migrating, and managing unstructured data stored on traditional file systems	أداة سحابية لتقييم ونقل وإدارة البيانات غير المركبة المخزنة على أنظمة ملفات تقليدية.
٣٧	AWS	Amazon Web Services	خدمة أمازون السحابية.
٣٨	AWS Route 53	A reliable and cost-effective managed Cloud based Domain Name System (DNS) web service that translates domain names into numeric IP addresses.	خدمة سحابية عالية الإتاحة وقابلة للقياس تخصُّ نظام أسماء النطاقات (DNS)، تقوم بترجمة أسماء النطاقات من كلمات يفهمها المستخدم إلى أرقام يفهمها الحاسوب.
٣٩	BaaS	Backup as a Service	النسخ الاحتياطي كخدمة.

م	الاختصار	المعنى باللغة الإنجليزية	المعنى باللغة العربية
٤٠	BBU	Base-Band Units	وحدات المعالجة والتحكم بالإشارات الرقمية في بيئة عمل لاسلكية.
٤١	BCDR	Business Continuity and Disaster Recovery	استمرارية الأعمال، والتعافي من الكوارث.
٤٢	BCR	Business Continuity Management and Operational Resilience	إدارة استمرارية الأعمال ومرونة التشغيل.
٤٣	BI	Business Intelligence	ذكاء الأعمال
٤٤	BitTorrent	A communication protocol for sharing files that are distributed over the Internet.	بروتوكول اتصال لمشاركة الملفات الموزعة عبر شبكة الإنترنت.
٤٥	Blob storage	A feature in Microsoft Azure that lets developers store unstructured data in Microsoft's cloud platform	خاصية في مايكروسوفت أزور تمكّن المطورين من تخزين البيانات غير المركبة في منصة سحابة مايكروسوفت.
٤٦	bps	bits per second	بت لكل ثانية - وحدة قياس سرعة نقل البيانات.
٤٧	BSI	British Standards Institution	معهد المعايير البريطاني.
٤٨	CAMP	Cloud Application Management for Platforms	معيار إدارة التطبيقات السحابية للمنصات.
٤٩	CAS	Central Authentication Service	خدمة التحقق المركزية.

م	الاختصار	المعنى باللغة الإنجليزية	المعنى باللغة العربية
٥٠	CCC	Change Control and Configuration Management	ضبط التغيير وإدارة التهيئة.
٥١	CCM	Cloud Controls Matrix	مصفوفة ضوابط السحابة.
٥٢	CDMI	Cloud Data Management Interface	معيار واجهة إدارة بيانات السحابة.
٥٣	CD-ROM	Compact Disc Read-Only Memory	القرص المدمج – ذاكرة القراءة.
٥٤	CHIMA	Canadian Health Information Management Association	جمعية إدارة المعلومات الصحية الكندية.
٥٥	CloudTweaks	CloudTweaks is an industry-leading tech authority, which has been at the forefront of cloud computing	إحدى الشركات الرائدة في مجال تقنية المعلومات والمهتمة بشؤون الحوسبة السحابية.
٥٦	CM	Corporate Model	نموذج المؤسسة
٥٧	CN	Core Network	الشبكة الأساسية
٥٨	COBIT	Control Objectives for Information and Related Technology	أهداف التحكم للمعلومات والتقنية ذات الصلة (إطار لحوكمة وإدارة تقنية المعلومات).

م	الاختصار	المعنى باللغة الإنجليزية	المعنى باللغة العربية
٥٩	Cookie	A mechanism that allows the server to store its own information about a user on the user's own computer	ملف تعريف ارتباط، عبارة عن آلية تسمح للخادم أن يُخزن معلوماته عن مستخدم ما على حاسب المستخدم.
٦٠	CPU	Central Processing Unit	وحدة المعالجة المركزية.
٦١	CRM	Customer Relationship Management	إدارة علاقات المستفيدين.
٦٢	CSA	Cloud Security Alliance	منظمة تحالف أمن السحابة.
٦٣	CSCC	Cloud Standards Customer Council	مجلس العملاء لمعايير السحابة.
٦٤	CSMIC	Cloud Services Measurement Initiative Consortium	اتحاد مبادرة قياس الخدمات السحابية.
٦٥	CSO	Cloud Services Owner	مالك خدمات السحابة.
٦٦	CSP	Cloud Services Provider	مزود خدمات السحابة.
٦٧	CSU	Cloud Services User	المستفيد من (أو مستخدم) خدمات السحابة.
٦٨	CT	Computerized axial Tomography	الصور المقطعية المحوسبة.
٦٩	DC	Data Center	مركز البيانات

م	الاختصار	المعنى باللغة الإنجليزية	المعنى باللغة العربية
٧٠	DCS	Distributed Control System	نظام التحكم الموزع.
٧١	DcS	Datacenter Security	أمن مركز البيانات.
٧٢	DDoS Protection	Distributed Denial of Service Protection	خدمات الحماية ضد هجمات تعطيل البوابات الإلكترونية والخدمات الإلكترونية.
٧٣	DevOps	Development and Operations (a practice of unifying software development and software operation in an agile relationship)	التطوير والعمليات (ممارسة لتوحيد تطوير البرمجيات وعملياتها في علاقة مرنة).
٧٤	DHCP	Dynamic Host Configuration Protocol	بروتوكول تهيئة المستضيف المرنة.
٧٥	Dia	A free Open Source drawing software	تطبيق رسومي مجاني مفتوح المصدر.
٧٦	DMTF	Distributed Management Task Force	وحدة عمل الإدارة الموزعة.
٧٧	DNA	Deoxyribonucleic Acid	الحمض النووي
٧٨	DNS	Domain Name System	نظام أسماء النطاقات.
٧٩	DRaaS	Disaster Recovery as a Service	التعافي من الكوارث كخدمة.

م	الاختصار	المعنى باللغة الإنجليزية	المعنى باللغة العربية
٨٠	DSI	Data Security and Information Lifecycle Management	أمن البيانات وإدارة دورة حياة المعلومات.
٨١	DSS	Decision Support Systems	نُظم دعم القرار.
٨٢	dynamic IP	dynamic Internet Protocol	العنوان الديناميكي المتغير.
٨٣	Eclipse	An integrated development environment (IDE) used in computer programming	بيئة تطوير متكاملة من شركة آي بي إم يتم استخدامها لتطوير تطبيقات الجافا والـ C/C++، والـ PHP
٨٤	EGEE	Enabling Grids for E-sciencE project	مشروع تمكين الشبكات للعلوم الإلكترونية.
٨٥	EGI	European Grid Infrastructure project	مشروع البنية التحتية الشبكية الأوروبي.
٨٦	EHR	Electronic Medical Records	السجلات الصحية الإلكترونية.
٨٧	EIA-310-D specs	The Electronic Industries Association specification, version EIA-310-D	مواصفات التحالف الصناعي الإلكتروني، الإصدار رقم EIA-310-D
٨٨	EKM	Encryption and Key Management	التشفير وإدارة المفاتيح.
٨٩	Elastic LB	Elastic Load-Balancing	موازنة أعباء وأحمال المهام المرنة.

م	الاختصار	المعنى باللغة الإنجليزية	المعنى باللغة العربية
٩٠	EMI	European Middleware Initiative project	مشروع أوروبي لمبادرة المنصات البرمجية الوسيطة.
٩١	EMR	Electronic Medical Records	السجلات الطبية الإلكترونية.
٩٢	ENISA	European Network and Information Security Agency	وكالة الشبكة الأوروبية وأمن المعلومات.
٩٣	EPABX	Electronic Private Automatic Branch Exchange	نظام اتصال هاتفي يتم تخصيص وظائفه حسب احتياج المستفيد.
٩٤	ESP	Evident Security Platform	منصة الأمن البيّنة.
٩٥	EU-US Privacy Shield	European – United Stated Privacy Shield	إطار لحماية الخصوصية، حيث يفرض حماية البيانات الشخصية للمواطنين الأوروبيين، التي يتم تبادلها لأغراض تجارية بين دول الاتحاد الأوروبي والولايات المتحدة الأمريكية.
٩٦	FC	Fabric Controller	مجموعة من الخوادم الافتراضية التي تعمل على نظام تشغيل أزور لمراقبة وإدارة وتنسيق الموارد الحاسوبية.

م	الاختصار	المعنى باللغة الإنجليزية	المعنى باللغة العربية
٩٧	FEA	Federal Enterprise Architecture	البنية المؤسسية الفيدرالية.
٩٨	FIFO	First In First Out	أسلوب مَنْ يدخل أولاً يخرج أولاً.
٩٩	FIPS Publication 200	Federal Information Processing Standards	وثيقة تُحدِّد الحد الأدنى من المعايير والمتطلبات الأمنية الخاصة بالمعلومات وأنظمة المعلومات.
١٠٠	FTC	Federal Trade Commission	وكالة التجارة الفيدرالية.
١٠١	G2B Services	Government to Business Services	خدمات من الحكومة إلى قطاع الأعمال.
١٠٢	G2C Services	Government to Citizen Services	خدمات من الحكومة إلى المواطن.
١٠٣	G2E Services	Government to Employee Services	خدمات من الحكومة إلى الموظف.
١٠٤	G2G Services	Government to Government Services	خدمات من الحكومة إلى الحكومة.
١٠٥	GB	Gigabyte	جيجابايت - وحدة قياس السعة التخزينية وتساوي $١٠^{٩}$ بايت.
١٠٦	GCE	Google Compute Engine	خدمة محرك الحوسبة من قوقل.

م	الاختصار	المعنى باللغة الإنجليزية	المعنى باللغة العربية
١٠٧	GCM	Google Cloud Messaging	خدمة الإشعارات السحابية من قوقل.
١٠٨	GHz	A gigahertz. GHz is a unit of measurement for alternating current (AC) or electromagnetic (EM) wave frequency	جيجا هيرتز، عبارة عن وحدة قياس للتيار الكهربائي وتردد الموجة الكهرومغناطيسية.
١٠٩	GIS	Geographic Information System	نظام المعلومات الجغرافية.
١١٠	GO	An open source programming language by Google. GO makes it easy to build simple, reliable, and efficient software.	لغة برمجة مفتوحة المصدر من قوقل، وتسهل هذه اللغة بناء برمجيات بسيطة وموثوقة وفعَّالة.
١١١	Google App Engine	Google Application Engine	خدمة محرك تطبيقات قوقل.
١١٢	Google BigQuery	A cloud service that enables interactive analysis of big data on Google data Storage	خدمة سحابية تمكِّن من استخدام التحليلات التفاعلية باستخدام مخازن البيانات من قوقل.
١١٣	Google Docs	Google Docs is a free Web-based application in which documents and spreadsheets can be created, edited and stored online.	قوقل دوكس عبارة عن تطبيق مجاني على شبكة الإنترنت يتم استخدامه كمحرر للمستندات والجداول الإلكترونية وتعديلها وحفظها.

م	الاختصار	المعنى باللغة الإنجليزية	المعنى باللغة العربية
١١٤	Google TQS	Task Queue Service by Google	خدمة اصطفاف المهام من قوقل.
١١٥	Gpbs	Gigabits per second	جيجابت لكل ثانية-وحدة قياس سرعة نقل البيانات.
١١٦	GPS	Global Positioning System	نظام تحديد المواقع العالمي.
١١٧	GRM	Governance and Risk Management	الحوكمة وإدارة المخاطر.
١١٨	Groovy	An object-oriented programming language for the Java platform	لغة برمجة شيئية يمكن استخدامها مع منصات الجافا.
١١٩	GRP	Government Resource Planning	تخطيط الموارد الحكومية.
١٢٠	GSB	Government Service Bus	قناة التكامل الحكومية.
١٢١	GSN	Government Secure Network	الشبكة الحكومية الآمنة.
١٢٢	GUI	Graphical User Interface	واجهات رسومية للمستخدم.
١٢٣	Hadoop	An open source, Java-based programming framework that supports the processing and storage of extremely large data sets in a distributed computing environment	إطار برمجي مفتوح المصدر مؤسَّس على لغة الجافا، وهو ما يدعم معالجة وتخزين بيانات ضخمة جداً في بيئة حوسبة موزعة.

م	الاختصار	المعنى باللغة الإنجليزية	المعنى باللغة العربية
١٢٤	HAR	Healthcare Analytics and Research	تحليلات الرعاية الصحية والبحوث.
١٢٥	HIE	Health Information Exchange	تبادل المعلومات الصحية.
١٢٦	HIPAA	Health Insurance Portability and Accountability Act	تشريعات تنطبق على مقدمي الرعاية الصحية الأمريكية، وتتطلب المحافظة على سرية وأمن المعلومات الصحية المحمية.
١٢٧	HIS	Health Information System	نُظم المعلومات الصحية.
١٢٨	HPE	Hewlett Packard Enterprise	شركة هيوليت باكارد.
١٢٩	HR	Human Resources	الموارد البشرية.
١٣٠	HRS	Human Resources Security	أمن الموارد البشرية.
١٣١	HTTP	Hypertext Transfer Protocol	بروتوكول رابط النص التشعبي.
١٣٢	HTTPS	Hyper Text Transfer Protocol with Secure Sockets Layer (SSL)	بروتوكول رابط النص التشعبي مقروناً بتقنية المصادقة الآمنة.

م	الاختصار	المعنى باللغة الإنجليزية	المعنى باللغة العربية
١٣٣	Hyperic HQ	A cloud service used to manage the performance of web applications, and it is used by many SaaS providers to monitor and manage their application performance	خدمة سحابية يتم استخدامها لإدارة أداء تطبيقات الويب، ويستخدمها العديد من مزودي خدمات (SaaS) لمراقبة وإدارة أداء تطبيقاتهم.
١٣٤	Hypervisor	A process that separates a computer's operating system and applications from the underlying physical hardware.	آلية يتم فيها فصل نظام التشغيل والتطبيقات عن التجهيزات المادية المُشغِّلَة.
١٣٥	I/O	Input/Output	المدخلات/المخرجات
١٣٦	IaaS	Infrastructure as a Service	البنية التحتية كخدمة.
١٣٧	IAM	Identity and Access Management	إدارة الهوية والوصول.
١٣٨	IBM	International Business Machines company	شركة تجهيزات الأعمال الدولية (آي بي إم).
١٣٩	IC	Integrated Circuit	الدائرة المتكاملة

م	الاختصار	المعنى باللغة الإنجليزية	المعنى باللغة العربية
١٤٠	iCloud	A cloud service that enables its users to store data such as documents, pictures, sound and video clips on remote cloud servers	خدمة سحابية تتيح لمستخدميها إمكانية تخزين البيانات كالوثائق والصور والمقاطع الصوتية ومقاطع الفيديو على خوادم سحابية بعيدة عن المستخدم.
١٤١	ICS	Industrial Control System	نظام التحكم الصناعي.
١٤٢	ICT	Information and Communication Technology	تقنية الاتصالات والمعلومات.
١٤٣	IDE	Integrated Development Environment	بيئة تطوير متكاملة.
١٤٤	IDP	Intrusion Detection and Prevention	اكتشاف التطفل والحماية.
١٤٥	IDS	Intrusion Detection Systems	أنظمة اكتشاف التطفل.
١٤٦	IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers	معهد مهندسي الكهرباء والإلكترونيات.
١٤٧	IETF	Internet Engineering Task Force	مجموعة مهام هندسة الإنترنت (مجموعة مهتمة بوضع معايير للإنترنت).

م	الاختصار	المعنى باللغة الإنجليزية	المعنى باللغة العربية
١٤٨	IMAP	Internet Message Access Protocol	بروتوكول الوصول إلى الرسائل من أجهزة متنوعة عبر الإنترنت.
١٤٩	IOPS	Input / Output Operations per Second	عدد العمليات الممكنة من المدخلات والمخرجات لكل ثانية.
١٥٠	IOS	An operating system used for mobile devices by Apple company	نظام تشغيل يتم استخدامه مع الأجهزة المتنقلة من شركة أبل.
١٥١	IoT	Internet of Things	إنترنت الأشياء
١٥٢	IP address	Internet Protocol address	عنوان شبكي
١٥٣	IPLC	International Private Leased Circuit	دائرة الاتصال الخاصة الدولية.
١٥٤	IPS	Intrusion Prevention System	أنظمة الوقاية من التطفل.
١٥٥	IPSec	Internet Protocol SECurity	مجموعة بروتوكولات لتأمين البروتوكولات المستخدمة على الإنترنت.
١٥٦	IPY	Interoperability and Portability	القابلية للمشاركة والتنقل.
١٥٧	IS	Information Systems	نظم المعلومات

م	الاختصار	المعنى باللغة الإنجليزية	المعنى باللغة العربية
١٥٨	ISACA	Information Systems Audit and Control Association	جمعية ضبط وتدقيق نُظُم المعلومات (جمعية مهتمة بتطوير وتبنّي واستخدام المعرفة والممارسات لنُظُم المعلومات).
١٥٩	ISO	International Organization for Standardization	المنظمة الدولية للمعايير.
١٦٠	ISO/IEC	International Organization for Standardization/International Electrotechnical Commission	المنظمة الدولية للمعايير/ لجنة التقنية الدولية.
١٦١	ISP	Internet Service Provider	مزود خدمة الإنترنت.
١٦٢	IT	Information Technology	تقنية المعلومات
١٦٣	ITCC	Information Technology and Communications Complex	مجمع التقنية والاتصالات بالرياض.
١٦٤	ITIL	Information Technology Infrastructure Library	مكتبة البنية التحتية لتقنية المعلومات (مجموعة من أفضل الممارسات لتطوير وتنفيذ إدارة خدمات تقنية المعلومات).
١٦٥	ITS	Intelligent Transportation System	نظام النقل الذكي.

م	الاختصار	المعنى باللغة الإنجليزية	المعنى باللغة العربية
١٦٦	ITSM	Information Technology Service Management	إدارة خدمات تقنية المعلومات (منهجية تُستخدَم لإدارة أنظمة تقنية المعلومات).
١٦٧	iTunes	A media management software by Apple	برمجية إدارة الوسائط من شركة أبل.
١٦٨	IVR	Interactive Voice Response	الرد الصوتي التفاعلي.
١٦٩	IVS	Infrastructure and Virtualization Security	البنية التحتية والتقنية الافتراضية.
١٧٠	iWork	An office suite of applications created by Apple Inc. for its macOS and iOS operating systems, and also available cross-platform through the iCloud website.	حزمة برمجية تمكِّن مستخدميها من استخدام برمجيات إنشاء وتحرير المستندات والجداول الإلكترونية والعروض التقديمية، إما بشكل فردي أو تعاوني عبر شبكة الإنترنت بين أكثر من مستخدم.
١٧١	JSON	JavaScript Object Notation	ترميز كائنات الجافا سكربت.
١٧٢	JVM	Java Virtual Machine	خادم الجافا الافتراضي.
١٧٣	KAFD	King Abdullah Financial District	مركز الملك عبد الله المالي
١٧٤	KPI	Key Performance Indicator	مؤشر الأداء

م	الاختصار	المعنى باللغة الإنجليزية	المعنى باللغة العربية
١٧٥	L2 layer	The second level in the seven-layer OSI reference model, called the data link layer	المستوى الثاني في نموذج اتصال الأنظمة المفتوحة المكوَّن من سبع طبقات، وتُسمَّى طبقة ربط البيانات.
١٧٦	L3 layer	The third level in the seven-layer OSI reference model, called the network layer	المستوى الثالث في نموذج اتصال الأنظمة المفتوحة المكوَّن من سبع طبقات، وتُسمَّى طبقة الشبكة.
١٧٧	LAN	Local Area Network	الشبكة المحلية
١٧٨	LDAP	Lightweight Directory Access Protocol	بروتوكول النفاذ إلى الدليل الخفيف.
١٧٩	Linux	A free and open-source operating system	نظام تشغيل مجاني ومفتوح المصدر.
١٨٠	LMC	Last Mile Connectivity	خدمة اتصال البيانات القريبة.
١٨١	LMS	Learning Management System	نظام إدارة التعليم.
١٨٢	LTFS	Linear Tape File System	نظام ملفات الأشرطة المتسلسلة.
١٨٣	M2M	Machine to Machine	جهاز إلى جهاز.
١٨٤	Mac OS	Macintosh Operating System	نظام تشغيل ماكنتوش.

م	الاختصار	المعنى باللغة الإنجليزية	المعنى باللغة العربية
١٨٥	MapReduce	A programming model suitable for processing of huge (structured & unstructured) data	نموذج برمجي مناسب لمعالجة البيانات الضخمة (المركبة وغير المركبة).
١٨٦	MB	Megabyte	ميجا بايت-وحدة قياس السعة التخزينية، وتساوي $١٠^{٦}$ بايت.
١٨٧	MDS	Managed Dedicated Server	الخادم المخصص المُدار.
١٨٨	MFA	Multi-Factor Authentication	المصادقة المتعددة
١٨٩	Microsoft Hyper-V	Virtualization tool by Microsoft	أداة التقنية الافتراضية من مايكروسوفت.
١٩٠	MMS	Multimedia Messaging Service	خدمة رسائل الوسائط المتعددة.
١٩١	Mobile IP VPN	Mobile Internet Protocol Virtual Private Network	الشبكة الافتراضية الخاصة المتنقلة.
١٩٢	MOS	Mobile Security	أمن الهواتف المتنقلة.
١٩٣	Mpbs	Megabits per second	ميجابت لكل ثانية-وحدة قياس سرعة نقل البيانات.
١٩٤	MPLS	Multi-Protocol Label Switching	شبكة التبديل متعدد البروتوكولات.
١٩٥	MRI	Magnetic Resonance Imaging	التصوير بالرنين المغناطيسي.

م	الاختصار	المعنى باللغة الإنجليزية	المعنى باللغة العربية
١٩٦	MS Visio	A diagramming and vector graphics application by Microsoft	تطبيق رسومي من شركة مايكروسوفت.
١٩٧	MsAccess	A database relational management system from Microsoft	نظام إدارة قواعد بيانات علاقية من مايكروسوفت.
١٩٨	msec	Milli-second	واحد من ألف من الثانية.
١٩٩	MSS	Managed Security Service	الخدمات المُدارة لأمن المعلومات.
٢٠٠	MyOneLogin	A cloud service by VMware that allows users access to many applications with a single secure login	خدمة من (VMware) تتيح خاصية النفاذ الموحَّد للمستفيدين.
٢٠١	MySQL	An open-source relational database management system	نظام إدارة قواعد بيانات علاقية مفتوحة المصدر من أوراكل.
٢٠٢	NFV	Network Function Virtualization	التقنية الافتراضية لوظائف الشبكة، وهي تقنية تُستخدَم للفصل بين وظائف الشبكة المطبَّقة برمجياً عن تلك الوظائف المطبَّقة باستخدام التجهيزات المادية.
٢٠٣	NGN	Next Generation Network	الجيل التالي من الشبكات.

م	الاختصار	المعنى باللغة الإنجليزية	المعنى باللغة العربية
٢٠٤	NIST	National Institute of Standards and Technology	المعهد الوطني للمعايير والتقنية.
٢٠٥	NIST- CSF	National Institute of Standards and Technology - Cybersecurity Framework	المعهد الوطني للمعايير والتقنية – إطار الأمن السيبراني.
٢٠٦	NOAA	National Oceanic and Atmospheric	المديرية الوطنية للأرصاد والمحيطات في الولايات المتحدة الأمريكية.
٢٠٧	NoSQL	Non-relational Structured Query Language	لغة الاستفسار البنائية غير العلاقية.
٢٠٨	Nutanix	A cloud platform that contains multi-IT resouces	منصة سحابية تجمع موارد تقنية متعددة.
٢٠٩	NVM	Non-Volatile Memory	الذاكرة غير المتذبذبة.
٢١٠	OASIS	Organization for the Advancement of Structured Information Standards	منظمة تحسين معايير المعلومات المهيكلة.
٢١١	OAuth	Open Authorization. It is an open standard for token-based authentication and authorization on the Internet.	معيار مفتوح للصلاحية والمصادقة على الرمز الأمني المستخدم على شبكة الإنترنت.
٢١٢	OCC	Open Commons Consortium	الجمعية المشاعة المفتوحة.

م	الاختصار	المعنى باللغة الإنجليزية	المعنى باللغة العربية
٢١٣	OMII-Europe	Open Middleware Infrastructure Institute Europe project	مشروع المعهد الأوروبي للبنية التحتية الوسيطة المفتوحة.
٢١٤	OpenID	An open standard and decentralized authentication protocol	معيار مفتوح وبروتوكول مصادقة موزع.
٢١٥	OS	Operating System	نظام التشغيل
٢١٦	OSDC	Open Science Data Cloud	سحابة البيانات العلمية المفتوحة.
٢١٧	OSI reference model	Open Systems Interconnection reference model	النموذج المرجعي لاتصال الأنظمة المفتوحة.
٢١٨	OTP	One-time password	كلمة مرور لمرة واحدة.
٢١٩	P2V	Physical to Virtual	التحول المادي إلى افتراضي.
٢٢٠	PaaS	Platform as a Service	المنصة كخدمة
٢٢١	PACS	Picture Archiving and Communication System	أنظمة الأرشفة المصورة.
٢٢٢	PayPal	An online payment service that allows individuals and businesses to transfer funds electronically.	خدمة دفع الأموال عبر شبكة الإنترنت، حيث تتيح للأفراد والمؤسسات تحويل الأموال إلكترونياً.
٢٢٣	PC	Personal Computer	الحاسب الشخصي

م	الاختصار	المعنى باللغة الإنجليزية	المعنى باللغة العربية
٢٢٤	PCI-DSS	The Payment Card Industry Data Security Standard	معايير أمنية تضمن أن كل الشركات التي تقبل التعامل مع بطاقات الائتمان تلتزم ببيئة أمنية منضبطة.
٢٢٥	PDF	Portable Document Format	تنسيق الوثائق القابل للتناقل.
٢٢٦	PHP	With recursive acronym PHP stands for Hypertext Preprocessor. PHP is a server-side scripting language designed for web development but also used as a general-purpose programming language.	باختصار معكوس، يشير اختصار PHP إلى معالج النص التشعبي. وهي لغة برمجية من جهة الخادم مُصمَّمة لتطوير خدمات الويب، كما يمكن استخدامها كلغة برمجة متعددة الأغراض.
٢٢٧	PLC	Programmable Logic Controller	نظام التحكم المنطقي المُبرمَج.
٢٢٨	PMP	Project Management Professional	إدارة المشاريع الاحترافية.
٢٢٩	PMU	Phasor Measurement Units	وحدات القياس المرحلية.
٢٣٠	POP3	Post Office Protocol version 3	بروتوكول يدعم استخدام البريد الإلكتروني عبر الإنترنت.
٢٣١	Python	A general purpose programming language	لغة برمجية متعددة الأغراض.

م	الاختصار	المعنى باللغة الإنجليزية	المعنى باللغة العربية
٢٣٢	QoS	Quality of Service	جودة الخدمة
٢٣٣	RAM	Random Access Memory	الذاكرة الرئيسية (ذاكرة الوصول العشوائي).
٢٣٤	RAN	Radio Access Network	شبكة النفاذ اللاسلكي.
٢٣٥	RBAC	Role-Based Access Control	ضبط النفاذ بناءً على الأدوار الممنوحة للمستخدم.
٢٣٦	RDBMS	Relational Database Management System	نظام إدارة قواعد البيانات العلاقية.
٢٣٧	REST	Representational State Transfer	أسلوب مُهيكَل يعرِّف مجموعة من القيود والخصائص المبنية على بروتوكول (HTTP) للتواصل بين الخادم والعميل.
٢٣٨	RF	Finance Resources	الموارد المالية
٢٣٩	RFID	Radio-Frequency IDentification	تقنية يتم استخدامها لمسح البيانات المخزنة على شريحة.
٢٤٠	RIM Blackberry	Research In Motion's (RIM) BlackBerry	نظام تشغيل أجهزة بلاك بيري المتنقل.
٢٤١	ROI	Return On Investment	العائد على الاستثمار.

م	الاختصار	المعنى باللغة الإنجليزية	المعنى باللغة العربية
٢٤٢	RPC	Remote Procedure Call	بروتوكول استدعاء الوحدات البرمجية عن بُعد.
٢٤٣	RPO	Recovery Point Objective	الهدف الفاصل للتعافي من الكوارث.
٢٤٤	RRH	Remote Radio Head	نقطة بث لاسلكي.
٢٤٥	RTO	Recovery Time Objective	الهدف الزمني للتعافي من الكوارث.
٢٤٦	SaaS	Software as a Service	البرمجيات كخدمة
٢٤٧	SABSA	Sherwood Applied Business Security Architecture	منهجية وإطار هيكلة أمن الأعمال التطبيقية.
٢٤٨	SAC	Standardization Administration of China	إدارة المعايير في الصين.
٢٤٩	SAML	Security Assertion Markup Language	معيار مفتوح لتبادل بيانات المصادقة والصلاحية بين عدة أطراف.
٢٥٠	SAN	Storage Area Network	شبكة التخزين
٢٥١	SAP	System Analysis and Program company	شركة ساب للأنظمة والتحليل والبرامج.

م	الاختصار	المعنى باللغة الإنجليزية	المعنى باللغة العربية
٢٥٢	SASO	Saudi Arabian Standards Organization	الهيئة السعودية للمواصفات والمقاييس والجودة.
٢٥٣	SAT IP	Satellite over IP	خدمة الربط الفضائي.
٢٥٤	SCADA	Supervisory Control and Data Acquisition	نظام التحكم الإشرافي والاستحواذ على البيانات.
٢٥٥	Scala	A programming language that combines the features of object-oriented and functional programming in one concise, high-level language.	هي لغة برمجة تجمع بين مواصفات البرمجة الشيئية والبرمجة الوظيفية في لغة واحدة مختصرة وعالية المستوى.
٢٥٦	SDK	Software Development Kit	أدوات تطوير برمجية.
٢٥٧	SDN	Software Defined Networks	الشبكات المعرّفة برمجياً.
٢٥٨	SECaaS	Security as a Service	الأمن كخدمة
٢٥٩	SEF	Security Incident Management, E-Discovery, and Cloud Forensics	إدارة الحوادث الأمنية، الاستكشاف الإلكتروني، والتحاليل السحابية.
٢٦٠	sFTP	Secure File Transfer Protocol	بروتوكول نقل الملفات الآمن.
٢٦١	SIEM	Security Information and Event Management	نظام إدارة معلومات وأحداث أمن المعلومات.
٢٦٢	SLA	Service Level Agreement	اتفاقية مستوى الخدمة.

م	الاختصار	المعنى باللغة الإنجليزية	المعنى باللغة العربية
٢٦٣	SMB	Small and Midsized Business	الأعمال الصغيرة والمتوسطة.
٢٦٤	SMI	Service Measurement Index	مؤشر قياس الخدمة.
٢٦٥	SMPP Protocol	Short Message Peer to Peer Protocol	بروتوكول يساعد على إرسال الرسائل القصيرة من وإلى أنظمة متنقلة متعددة.
٢٦٦	SMS	Short Message Service	خدمة الرسائل القصيرة.
٢٦٧	SNIA	Storage Networking Industry Association	جمعية قطاع شبكات التخزين.
٢٦٨	SOA	Service Oriented Architecture technology	تقنية الهيكلة الموجهة للخدمة.
٢٦٩	SOAP	Simple Object Access protocol	بروتوكول لتبادل البيانات المركبة عبر الشبكات عند تطبيق خدمات الويب.
٢٧٠	SOCCI	Service-Oriented Cloud Computing Infrastructure	البنية التحتية للحوسبة السحابية الموجهة للخدمة.

م	الاختصار	المعنى باللغة الإنجليزية	المعنى باللغة العربية
٢٧١	Solaris	A variant version of Unix OS, known for its scalability where it can handle a large workloads and still keep operating smoothly across databases, systems and applications.	نظام تشغيل مُعدَّل من نظام التشغيل يونكس، يتميز بمرونته العالية، حيث يمكنه التعامل مع الأعباء الكبيرة مع الحفاظ على نمط أدائه عبر عدة تطبيقات وأنظمة وقواعد بيانات.
٢٧٢	SPI	SaaS, PaaS, IaaS	نموذج خدمات الحوسبة السحابية (البرمجيات، المنصة، البنية التحتية) كخدمة.
٢٧٣	SPSS	Statistical Package for the Social Sciences	البرمجية الإحصائية للعلوم الاجتماعية.
٢٧٤	SQL	Structure Query Language	لغة الاستفسار البنائية.
٢٧٥	SQL Server	A relational database management system developed by Microsoft.	نظام إدارة قواعد البيانات العلاقية من مايكروسوفت
٢٧٦	SRM	Security and Risk Management	إدارة الأمن والمخاطر.
٢٧٧	SSAE	Statement on Standards for Attestation Engagements	كشف حول معايير مهام التدقيق.
٢٧٨	SSH	Secure Shell. SSH is a protocol for securely communicating computers	بروتوكول أمني يتم استخدامه للتواصل بين الحاسبات.

م	الاختصار	المعنى باللغة الإنجليزية	المعنى باللغة العربية
٢٧٩	SSL	Secure Sockets Layer	بروتوكول ينشِئ قناةَ اتصال آمنة بين الخادم والعميل لتراسل البيانات.
٢٨٠	SSO	Single Sign On	النفاذ الموحَّد
٢٨١	STA	Supply Chain Management, Transparency, and Accountability	إدارة الإمدادات، والشفافية والمسؤولية.
٢٨٢	static IP	static Internet Protocol	العنوان الثابت
٢٨٣	STC	Saudi Telecommunications Company	شركة الاتصالات السعودية.
٢٨٤	TB	Terabyte	تيرا بايت - وحدة قياس السعة التخزينية، وتساوي $١٠^{١٢}$ بايت.
٢٨٥	TCB	Trusted Computing Base	قاعدة الحوسبة الموثوقة.
٢٨٦	TCCLD	The IEEE Technical Committee on Cloud Computing	اللجنة التقنية للحوسبة السحابية في (IEEE).
٢٨٧	TCG	Trusted Computing Group	مجموعة الحوسبة الموثوقة.
٢٨٨	TCI	Trusted Cloud Initiative	مبادرة السحابة الموثوقة.
٢٨٩	TCO	Total Cost of Ownership	التكلفة الإجمالية للملكية.
٢٩٠	TIA	Telecommunications Industry Association	جمعية قطاع الاتصالات.

م	الاختصار	المعنى باللغة الإنجليزية	المعنى باللغة العربية
٢٩١	TLS	Transport Layer Security	أمن طبقة النقل أو التوصيل.
٢٩٢	TOGAF	The Open Group Architecture Framework	إطار عملي للبنية المؤسسية للمنظمة، ويتم استخدامه كمنهجية لتصميم وتخطيط وتطبيق وحوكمة التصميم التقني لأنظمة ومعلومات المنظمة.
٢٩٣	TOSCA	Topology and Orchestration Specification for Cloud Applications	هيكلة ومُناغمة مواصفات التطبيقات السحابية.
٢٩٤	TVM	Threat and Vulnerability Management	إدارة التهديدات والقابلية للتهديدات.
٢٩٥	UI	User Interface	واجهة المستخدم
٢٩٦	Unix	An operating system that supports a multiuser, multitasking system	نظام تشغيل يدعم الأنظمة متعددة المهام ومتعددة المستخدمين.
٢٩٧	UPS	Uninterruptible Power Supply	إمداد الكهرباء المستمر.
٢٩٨	URL	Universal Resource Locator	عنوان المورد الموحَّد.
٢٩٩	USB	Universal Serial Bus	الناقل التسلسلي العالمي.
٣٠٠	vApp	virtual Application	التطبيق الافتراضي

م	الاختصار	المعنى باللغة الإنجليزية	المعنى باللغة العربية
٣٠١	VCE-VBlock	Virtual Computing Environment-Virtual Block	صندوق افتراضي متكامل، يشمل نظام بيئة حوسبة افتراضية جاهزة للاستخدام.
٣٠٢	vCloud	Virtual Cloud	السحابة الافتراضية
٣٠٣	VCN	Virtualized Core Network	الشبكة الأساسية الافتراضية.
٣٠٤	vCPU	Virtual Central Processing Unit	المعالج الافتراضي
٣٠٥	VD	Virtual Disk	المخزن الافتراضي
٣٠٦	VDI	Virtual desktop infrastructure	حلول أسطح المكتب الافتراضية.
٣٠٧	VIM	Virtual Infrastructure Manager	مدير البنية التحتية الافتراضية.
٣٠٨	Visualforce	A component-based user interface framework for the Force.com platform	إطار لإنشاء واجهات المستخدم الرسومية.
٣٠٩	vLAN	Virtual Local Area Network	الشبكة المحلية الافتراضية.
٣١٠	VM	Virtual Machine	خادم افتراضي
٣١١	VMM	Virtual Machine Manager	مدير الخادم الافتراضي.
٣١٢	vMM	virtual Main Memory	الذاكرة الرئيسية الافتراضية.

م	الاختصار	المعنى باللغة الإنجليزية	المعنى باللغة العربية
٣١٣	VMware	A name of virtualization technology provider	اسم لمزود التقنية الافتراضية.
٣١٤	VMware VMotion	A cloud service that allows transferring virtual servers from physical server to another within a data center without interruption to the cloud service	خدمة تسمح بنقل الخوادم الافتراضية من خادم مادي إلى آخر داخل حدود مركز بيانات المستفيد وخارجه، مع عدم وجود أي تعطيل لتشغيل الخدمة.
٣١٥	VMware vSphere	A platform that contains the VMware Infrastructure	منصة تحتوي على البنية التحتية للتقنية الافتراضية (VMware).
٣١٦	VPC	Virtual Private Cloud	السحابة الخاصة الافتراضية.
٣١٧	VPN	Virtual Private Network	الشبكة الخاصة الافتراضية.
٣١٨	vRealize	A software platform designed to help IT administrators build and manage heterogeneous, hybrid clouds	منصة مُصمَّمة لمساعدة إداريي تقنية المعلومات في إنشاء وإدارة السحابات الهجينة غير المتجانسة.
٣١٩	VSAT	Very Small Aperture Terminal	نظام اتصال فضائي.
٣٢٠	VT-x	Virtualization Technology by Intel company	التقنية الافتراضية من شركة إنتل.
٣٢١	WAN	Wide Area Network	الشبكة الواسعة

م	الاختصار	المعنى باللغة الإنجليزية	المعنى باللغة العربية
٣٢٢	WebEx	A cloud service for video and web conferencing	خدمة سحابية للاجتماعات التي تُعقد عبر شبكة الإنترنت.
٣٢٣	WhatsApp	A freeware and cross-platform messaging and Voice over IP service.	خدمة مجانية تعمل على بيئات متعددة تسمح بنقل الرسائل والصوت عبر الإنترنت.
٣٢٤	Windows Azure HDInsight	A fully-managed cloud service that makes it easy, fast, and cost-effective to process big data.	خدمة سحابية من مايكروسوفت تُسهِّل وتُسرِّع وتخفّض تكاليف معالجة البيانات الضخمة.
٣٢٥	X.509	A standard that defines the format of public key certificates, which are used in many Internet protocols, including TLS/SSL, which is the basis for HTTPS, the secure protocol for browsing the web.	معيار يعرِّف شكل شهادات المفتاح العام، التي يتم استخدامها في العديد من بروتوكولات الإنترنت، مثل TLS/SSL، الذي يُعَدُّ أساساً لبروتوكول HTTPS، البروتوكول الآمن لتصفح الويب.
٣٢٦	XaaS	Everything as a Service	كل شيء كخدمة.
٣٢٧	XFTAS	X-Force Threat Analysis Service	خدمة تحليل المخاطر إكس فورس.
٣٢٨	Zachman	The Zachman Framework is a framework for enterprise architecture.	إطار عملي يمثل البنية المؤسسية للمنظمة، ويساعد في تعريف عملياتها ومتطلباتها.

المـؤلف في سطور

الدكتور خالد بن ناصر آل حيـان

المؤهلات العلمية:

- حاصل على شهادة الدكتوراه في تخصص نُظـم المعلومـات من جامعة جنــوب فلــوريدا بمدينة تامبا، ولاية فلوريدا، الولايات المتحدة الأمريكية في عام ١٤٣٤هـ/ ٢٠١٢م.

العمل الحالي:

- أستاذ نُظم المعلومات المساعد في معهد الإدارة العامة منذ عام ١٤٣٤هـ.

أبرز الأنشطة العلمية والعملية:

١- ترجمة مقال علمي بعنوان: "إيضاح استخدام الموظف لنظامٍ بعد تطبيقه، والأداء الوظيفي: تأثير محتوى ومصدر شبكة العلاقات الاجتماعية"، للمؤلفَيْن: تريسي آن سايكس، وفيزواناث فينكاتيش، مجلة الإدارة العامة، ١٤٤٠هـ.

2- Alhayyan, K., Ahmad, I. (2018). Real-Time Sentimental Polarity Classification on Live Social Media. Journal of Systemics, Cybernetics and Informatics. Vol. 16, Number

3- Alhayyan, K., Ahmad, I. (2017). Discovering and Analyzing Important Real-Time Trends in Noisy Twitter Streams. Journal of Systemics, Cybernetics and Informatics. Vol. 15, Number 2, pp. 25-31.

4- Alhayyan, K. (2016). Study Proposal On Cognitive Database Recovery Techniques. The 7th International Multi-Conference on Complexity, Informatics and Cybernetics (IMCIC 2016). Proceedings Vol. 1, pp. 199-203.

٥- ترجمة كتاب **(Data Mining: Theories, Algorithms, and Examples)** – "استكشاف البيانات: نظريات وخوارزميات وأمثلة"، للمؤلف د. نونغ يي **(Nong Ye)**،

سنة نشر الطبعة العربية ١٤٣٧ هـ (٢٠١٦م)، مركز البحوث والدراسات، معهد الإدارة العامة، ٥٠٤ صفحة.

6- Alhayyan, K. (2015). **Participation** in Information **Markets** Research: A New Conceptualization and Measurement. Journal of Systemics, Cybernetics and Informatics. Vol. 13, Number 2, pp. 68-76.

٧- ترجمة كتاب **(Social Science Research: Principles, Methods, and Practices)** - بحوث العلوم الاجتماعية: المبادئ والمناهج والممارسات، للمؤلف د. أنول باتشيرجي **(Anol Bhattacherjee)**، سنة نشر الطبعة العربية ١٤٣٦هـ (٢٠١٥م)، دار اليازوري للنشر والتوزيع، ٤٢٧ صفحة.

8- Nuseibeh, H., Alhayyan. K. (2014). Trends in the study of Cloud Computing: Observations and Research Gaps. The 5th International Conference on Society and Information Technologies (ICSIT 2014). Proceedings Vol. 1, pp. 38-43.

٩- ترجمة مقال علمي بعنوان: "الاتجاهات الخاصة بدراسة الإدارة العامة: ملاحظات تجريبية ونوعية من مجلة مراجعة الإدارة العامة ٢٠٠٠ - ٢٠٠٩م"، للمؤلفين: جوز سي إن. رادشيلدرز. كوانغ – هون لي، مجلة الإدارة العامة، المجلد رقم ٥٤، العدد ١، سنة النشر ١٤٣٥هـ (٢٠١٣م).

- مدير عام الاستشارات في معهد الإدارة العامة (١٤٣٧-١٤٣٨هـ).
- مدير إدارة استشارات المعلومات والتقنية في معهد الإدارة العامة (١٤٣٥-١٤٣٨هـ).
- عضو لجنة البحوث في معهد الإدارة العامة (١٤٣٤-١٤٣٨هـ).
- مستشار غير متفرغ في هيئة الخبراء بمجلس الوزراء (١٤٣٦هـ).

تصميم وإخراج وطباعة الإدارة العامة للطباعة والنشر - معهد الإدارة العامة ١٤٤٠هـ

هذا الكتاب:

تشيرُ الحوسبة السحابية - في أبسط تصوير لها - إلى مشاركة وتخزين البيانات والبرامج والوصول إليها عبر شبكة الإنترنت من أي مكان، باستخدام أي جهاز إلكتروني مُهيَّأ لذلك، وفي أي وقت، وبحجم تخزين وسرعة وصول غير محدودين.

وتكمنُ أهمية هذا الكتاب في تقديم الأساسيات والمعارف والتطبيقات الخاصة بتقنية الحوسبة السحابية إلى شريحة كبيرة من المستفيدين، لا تقتصر فقط على مختصي تقنية المعلومات، بل تشمل - وبشكل رئيسي - متخذي القرار في المنظمات، لمساعدتهم في التعرُّف على مفهوم هذه التقنية الحديثة ومساندتهم عند اتخاذ قرار تبني هذه التقنية من عدمه، من خلال التعرُّف على أساسياتها ومبادئها والجوانب الأمنية المتعلقة بالموارد السحابية المتاحة؛ كالتجهيزات المادية والبيانات والبرمجيات، قبل التحوُّل إلى السحابة وفي أثنائه وبعده. كما يُعتبر الكتابُ في طليعة الكتب المُحكَّمة باللُّغة العربية، حيث إنَّ المكتبة العربية تفتقر إلى وجود مرجع مؤلَّف مُتخصِّص ومُحكَّم في مجال الحوسبة السحابية. ويحتوي الكتاب على فصول تستعرض عمقاً تخصصياً يتطرق إلى عِمَارَة وتصميم الحوسبة السحابية، ونماذج إطلاق ونشر السحابة، ونماذج خدمات السحابة، والتعرُّف على التقنية الافتراضية، وزيادة الوعي بالاطلاع على الممارسات الخاطئة التي قد تُعيقُ نجاح تطبيق هذه التقنية قبل الانتقال إلى البيئة السحابية وفي أثنائه وبعده. ويُفْرِدُ الكتاب فصلاً خاصاً بقياس الخدمات السحابية من خلال الاطلاع على نماذج لقياس التكاليف والتسعير، ونماذج أخرى لقياس جودة الخدمة واتفاقيات مستوى الخدمة (SLA). ومن الجوانب المهمة التي يتطرق لها هذا الكتاب استعراضُه في فصلٍ مستقلٍ لأبرز التحديات والفُرص المتعلقة بالحوسبة السحابية على المستويين البحثي والعملي؛ الأمر الذي يساعد في توسيع الشريحة المستفيدة من موضوعات الكتاب. كما يستعرض الكتاب مجموعةً من التجارب المحلية والدولية الناجحة، التي تسلِّطُ الضوء على بعض الممارسات المتعلقة باستخدام هذه التقنية.


9786038276013

تصميم وإخراج وطباعة الإدارة العامة للطباعة والنشر - معهد الإدارة العامة ١٤٤٠هـ